

PARQUE EÓLICO EN PANTÍN
WIND FARM IN PANTÍN
VALDOVIÑO (A CORUÑA)



AUTOR: EMILIO ÁNGEL SERANTES CARRO
PROYECTO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS
JUNIO 2017

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA:

- Memoria descriptiva
- Memoria justificativa:
 - Anejo 01: Antecedentes administrativos y normativa aplicable
 - Anejo 02: Estudio del recurso eólico
 - Anejo 03: Análisis de alternativas
 - Anejo 04: Estudio geológico
 - Anejo 05: Estudio geotécnico
 - Anejo 06: Cartografía y replanteo
 - Anejo 07: Viales y plataformas
 - Anejo 08: Cimentaciones
 - Anejo 09: Evaluación de impacto ambiental
 - Anejo 10: Gestión de residuos
 - Anejo 11: Estudio de seguridad y salud
 - Anejo 12: Justificación de precios
 - Anejo 13: Plan de obra
 - Anejo 14: Clasificación del contratista
 - Anejo 15: Reportaje fotográfico.

- 6. Secciones tipo
- 7. Cimentaciones

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO:

Mediciones Auxiliares
Mediciones
Cuadro de Precios Nº 1
Cuadro de Precios Nº 2
Presupuesto.
Resumen del Presupuesto

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1. situación
2. planta general
 - 2.1. planos guía y bases de replanteo
 - 2.2. planta
3. Perfiles longitudinales
4. Perfiles transversales
5. Plataformas de montaje



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

DOCUMENTO N°1: MEMORIA



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

DOCUMENTO N°1: MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA.



ÍNDICE	
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETO DEL PROYECTO	1
3. LOCALIZACIÓN	1
4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	1
5. NORMATIVA APLICABLE	2
6. ESTUDIO DEL RECURSO EÓLICO.....	2
7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	2
7.1 Análisis de Alternativas.....	2
7.2 Descripción de la alternativa elegida	4
7.2.1 Aerogenerador	4
7.2.2. Viales de servicio.	5
7.2.3. Plataformas	5
7.2.4Cimentaciones.....	6
7.2.5 Zanjas para conducciones eléctricas	6
8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	6
9. SERVICIOS AFECTADOS.....	7
10. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	7
11. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	7
12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	7
13. ACCESIBILIDAD	7
14. PLAN DE OBRA.....	8
15. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTÍA.	8
16. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	8
17. RESUMEN DE PRESUPUESTOS	8
18. DECLARACIÓN DE OBRA FRACCIONADA	8
19. SUPERVISION DEL PROYECTO.....	9
20. RELACION DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	9
21. CONCLUSIÓN	10



1. ANTECEDENTES

Con un aumento en la potencia de 38 MW en 2016, la energía eólica ha sido la segunda fuente de generación eléctrica en España en ese año. España es el quinto país del mundo por potencia eólica instalada, tras China, Estados Unidos, Alemania e India. La potencia instalada a 31 de diciembre de 2016 era de 23.026 MW

Galicia en cambio, sólo ha instalado 2MW en el 2016 pasando a acumular un total de 3.330 MW de eólica en funcionamiento. Existen 161 parques que suponen el 14,48% del total de la potencia instalada en España con esta tecnología. Lejos del liderazgo que llegó a ocupar después de que la región se convirtiera en pionera en el sector.

La bolsa de megavatios pendientes de construir en Galicia ronda los 2.300 de lo que más de 1.900 ligados al concurso de 2010. Esta parálisis del mercado es debida a la reforma energética producida entre 2013 y 2014: Se eliminaron las primas a la producción para pasar a incentivarse la inversión

Los primeros parques eólicos instalados en España ya han (o están cerca de) cumplir los veinte años de vida útil (regulados por la IEC-61400). La tendencia actual es la de alargar la vida de las instalaciones, pero el proceso de mantener ciertos niveles de disponibilidad dificulta tener un margen económico de operación.

Ante esta tendencia, es necesario indicar que la planificación energética que va hasta 2020 refleja la necesidad de incorporar 8.500 MW de renovables para alcanzar los objetivos europeos de consumo con tecnologías limpias, de los que el 75% (6.400 MW) deberían ser eólicos.

Afortunadamente, la tecnología en el campo de los aerogeneradores ha avanzado, creando modelos de aerogeneradores más competitivos en cuanto a producción permitiendo apaliar parcialmente los efectos de la reforma.

2. OBJETO DEL PROYECTO

La redacción de este proyecto tiene como objeto la descripción, cálculo y justificación de las obras necesarias para la construcción del denominado "Parque Eólico en Pantín".

Dicho proyecto tiene un carácter académico y su finalidad es la de la consecución por parte del autor del título de Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Cabe resaltar, que en el presente proyecto no se ha dimensionado la subestación transformadora por entender que no entra dentro de las competencias del grado. Aun así, se ha estimado su valor en el estudio de rentabilidad para demostrar la viabilidad del mismo.

Dada esta restricción, el proyecto estará basado en la realización de los viales de servicio del parque, las cimentaciones de los aerogeneradores y el montaje de los mismos. En cuanto a la parte eléctrica, se proyectan las zanjás para los conductores y se explanará la futura ubicación de la subestación.

Con esta configuración de unidades de obra, trataremos el proyecto como un contrato entre privados.

3. LOCALIZACIÓN

Las obras descritas en el proyecto se sitúan en la "Área de Desenvolvimento Eólico" Dos Penidos, definida en el Plan Sectorial Eólico de Galicia,

4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La zona en la que se proyecta el parque es suelo rústico cubierto por masa forestal (eucalipto predominantemente). Salvo una pequeña franja en la unión del vial de servicio con la carretera AC-566 que es suelo urbano.



Por la montaña se ha observado un único vial en muy mal estado, siendo posible su uso únicamente por tractores destinados a actividades forestales. Probablemente existan más pero la dificultad del terreno y la ausencia de su definición en la cartografía, complica su ubicación.

5. NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable para este proyecto comprende numerosos documentos dado los diferentes campos que se deben abordar en el proyecto: mercado eléctrico, medio ambiente, residuos, seguridad y salud, construcción, territorio...

Por todo ello se ha decidido incluir toda la enumeración de la normativa en el anejo 01: Antecedentes administrativos y normativa aplicable, donde se analiza también el planeamiento existente.

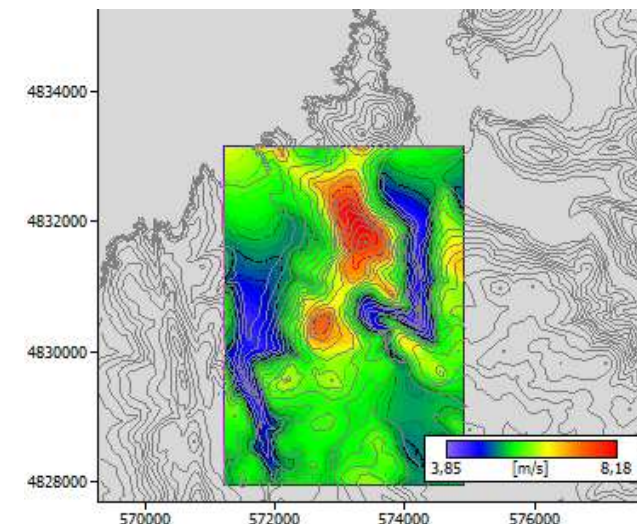
6. ESTUDIO DEL RECURSO EÓLICO

Con el objeto de justificar la elección de la zona para la construcción del parque y, de paso, evaluar la producción de energía de cada alternativa estudiada; se realiza un estudio del recurso eólico de la zona.

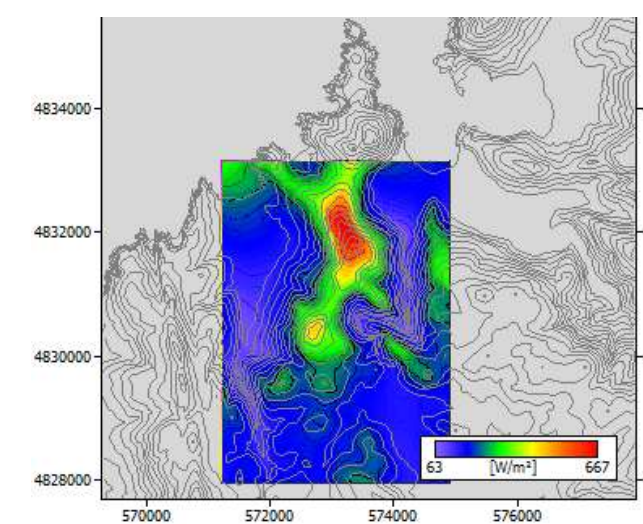
Por una parte se ha empleado los datos de la estación meteorológica de Punta Candieira. Concretamente medidas diezminutales de dirección-velocidad de viento en el período comprendido entre el 01/01/2010 y el 31/10/2016, dando lugar a 354317 pares de datos aceptados para su uso en el cálculo. Se han comparado estos datos con los de la estación CIS Ferrol para estudiar su representatividad a largo plazo.

Situación estación y periodo de medición				
X (UTM)	Y (UTM)	Altitud (m)	Periodo medición	Nivel de medición (m)
576464	4839683	254	01/01/2010-31/10/2016	10
Procesamiento de datos				
Lecturas velocidad aceptadas			354041 (99,34%)	
Rango velocidades registrado			0,00 m/s - 34,05 m/s	
Pares de datos aceptados			354317 (99,42%)	
Número de calmas			1472 (0,41%)	

Por otra parte utilizando la cartografía proporcionada por la escuela, creamos un mapa de rugosidad superficial. Este mapa unido a los datos anteriormente explicados (añadiendo una pequeña corrección de la densidad del aire), nos permite crear mapas de isoventas y densidad de potencia de la zona; lo cual nos permite elegir el mejor emplazamiento para los aerogeneradores.



Mapa de isoventas



Mapa de densidad de potencia

Todo este proceso ha sido llevado a cabo con el programa *WAsP* del Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark. La media de la velocidad de viento de la zona ronda los 8.2 m/s. Cabe mencionar que a partir de 5 m/s se considera una zona buena para un parque eólico,

7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

7.1. Análisis de Alternativas

Una norma indicada en el PSEGA en relación con la distancia mínima que han de mantener los aerogeneradores con los núcleos de población, ha limitado bastante la zona de actuación. Esto unido a la dificultad del terreno (pendientes de hasta 30%), ha obligado a mantener como fijos en las alternativas: el número de aerogeneradores (2), su emplazamiento y el vial de servicio del parque. Por lo tanto el análisis se basará en el estudio de distintos modelos de aerogenerador.



Se han elegido los 3 modelos más potentes en comercialización activa (modelos más potentes se hayan en fase de experimentación) diseñados para las duras condiciones de viento de la zona. Como dato importante, se comprobado que dichos modelos puedan ser transportados por la red viaria existente hasta la zona de proyecto. Los modelos elegidos son los siguientes:

Modelo	Desarrollador	Potencia	Altura buje	ϕ Rotor	Área barrido
G-128	Gamesa	5,00 MW	81m	128m	12868 m ²
V-112	Vestas	3,45 MW	94m	112m	9852 m ²
E-101E2	Enercon	3,50 MW	74m	101m	8011,8 m ²

Y los criterios para evaluar dichas alternativas son los siguientes:

- **Producción:** Para su cálculo se ha utilizado los resultados del estudio del recurso eólico. Estos, unidos a las curvas de producción en función de la velocidad del viento de cada aerogenerador nos permite calcular una producción anual para cada alternativa.
- **Economía:** Otro parámetro muy importante en el estudio. Para su evaluación se ha realizado un análisis de rentabilidad de cada alternativa.

Se ha supuesto una inversión inicial procedente de la ejecución del proyecto. Para dicha inversión también se han supuesto un sistema de financiación compuesto por dos préstamos: uno a largo plazo para el 80% de esta inversión (el 20% procederá de fondos propios) con un interés del 6%, y otro a corto plazo al 3% para la financiación del IVA.

Por otra parte tenemos los ingresos obtenidos por la distribución de la energía. Desde la Reforma Energética de 2013 el cálculo de las retribuciones se ha complicado bastante y su determinación para este proyecto supondría la realización de muchas hipótesis.

Para calcular la retribución específica se considera una instalación tipo, los ingresos pasados por la venta de la energía generada valorada al precio del mercado de producción, los costes de explotación medios necesarios para realizar la actividad y el valor de la inversión inicial de la instalación tipo, todo ello para una "empresa eficiente y bien gestionada" según el criterio establecido por el regulador.

Para facilitar la obtención de los ingresos por energía producida, se toman como documentos de referencia las publicaciones de la Comisión Nacional de los Mercados y Competencia, más concretamente la "Información mensual de estadística sobre las ventas de régimen especial

A esto se le une unos gastos de explotación anuales para cada tipo de modelo pues dado que su funcionamiento es diferente, su gasto en mantenimiento también lo será y los alquileres de los terrenos.

Por último mencionar a los ingresos y a los gastos de explotación se les supone un aumento porcentual cada año.

Una vez tenemos calculada la contabilidad anual de la explotación, empleamos indicadores económicos como VAN o TIR para evaluar las alternativas

- **Afecciones** En este grupo se engloban los siguientes criterios:

- **Orografía**

- **Incidencia en núcleos de población**

- **Afecciones medioambientales**

- **Accesibilidad.**

Todos ellos están relacionados con el tamaño del modelo de aerogenerador. Es necesario destacar el criterio de **accesibilidad** relacionado directamente con la longitud de las palas, pues estas determinan los criterios de diseño de los viales del parque.

Una vez expuestos los criterios, se valoran las alternativas de la siguiente forma:



Matriz de decisión				
Criterio	Peso	A1	A2	A3
Producción	0,25	5	4	2
Económico	0,35	5	3	2
Orografía	0,10	2	2	2
Incidencia núcleos población	0,05	3	3	3
Afecciones medio ambiente	0,15	3	3	5
Accesibilidad	0,10	5	2	3

Valoración total		
A1	A2	A3
4,3	3,05	2,6

Con estas puntuaciones queda elegida la Alternativa 1 conformada por aerogeneradores G-128 de Gamesa.

Alternativa 1	
Potencia nominal (kW)	5.000
Altura buje	81m
Longitud aspa	62,5m*
Diámetro rotor	128m
Área barrida	12868m ²
Número aerogeneradores	2
Potencia instalada (kW)	10.000
Producción anual (GWh)	34,305
Inversión inicial estimada	13.259.683,34 €
VAN	9.222.227,47 €

TIR	12,72%
Plazo recuperación	11 años

*pala modular

7.2. Descripción de la alternativa elegida

7.2.1. Aerogenerador

El aerogenerador de la alternativa elegida es el G-128 de 5Mw de Gamesa. A continuación se muestran las especificaciones técnicas básicas:

G128-5.0 MW	
ROTOR	
Diámetro	128 m
Área de barrido	12.868 m ²
Velocidad de giro	490 rpm
PALAS	
Número de palas	3
Longitud	62,5 m
Tipo	Segmentada o enteriza
Material	Composite de matriz orgánica reforzado con fibra de vidrio/ fibra de carbono
TORRE	
Tipo	Acero, híbrida u hormigón
Altura	81, 95, 120, 140 m
MULTIPLICADORA	
Tipo	2 etapas planetarias
Ratio	1:41,405
GENERADOR	
Tipo	Generador síncrono de imanes permanentes con módulos independientes paralelos
Potencia nominal	5.0 MW
Tensión	690 V AC
Frecuencia	50 Hz/60 Hz
Clase de protección	IP 54
Factor de potencia	0.95 CAP-0.95 IND*



Hay que destacar que Gamesa no ha accedido a proporcionar información adicional a la pública por lo que datos importantes como el precio, curvas de potencia o cargas sobre cimentación han tenido que ser supuestas a partir de diferentes proyectos o cálculos propios como los criterios de diseño de los viales que han sido obtenidos a partir de cálculos geométricos de modelos de góndolas.

Como datos adicionales del modelo podríamos mencionar:

- Pitch individual y control multivariable que maximizan la energía y reducen cargas, pesos y ruido.
- Palas segmentadas que facilitan el transporte y la instalación.
- Generador síncrono de imanes permanentes y tecnología full converter que permiten cumplir con los códigos de conexión a red más restrictivos.
- Grúa acoplada a la nacelle capaz de montar los principales módulos.
- Tren de potencia compacto que reduce las tensiones mecánicas y aumenta la disponibilidad.
- Diseño aerodinámico y sistema de control Gamesa NRS® que minimiza el ruido emitido.
- Gamesa WindNet® PRO: sistema de control y monitorización remota con acceso web.
- Sistema gamesa SMP: sistema de mantenimiento predictivo.

7.2.2. Viales de servicio.

Los viales de servicio se han diseñado para que se pueda efectuar el suministro de los modelos G-128. Se ha intentado trazar el vial por donde discurre el único vial observado en la zona, aunque esto ha resultado difícil dado que dicho vial no aparece en la cartografía. Como actividades limitantes tenemos:

- Transporte de las palas moduladas (longitud máxima 35m)
- Transporte especial de la nacelle

Con estas dos actividades, calculamos los parámetros mínimos que ha de tener el vial del parque. Otros parámetros como la inclinación de los taludes o las capas de firmes han sido

obtenidos tras analizar los resultados de los anejos de geología y geotecnia. Las principales características de los viales son:

- Ancho en rectas: 6m
- Firmes: Capa granular de 25cm de ZA(25)
- Pendiente transversal: 2% (en rectas y curvas)
- Radio mínimo curvas: 35m medido al interior del vial
- Sobreanchos en curva: 2m para $R < 75m$; 1m para $R < 200m$
- Pendientes longitudinales máximas:
 - 7% en curvas
 - 10% en rectas (se admite 13% en tramos inferiores a 200m)
- Pendientes longitudinales mínimas: 0.5% para colaborar con drenaje
- Kv mínimo: 303 (la nacelle exige 106 mínimo)
- Longitud transición bombeo-peralte: 10m
- Talud desmonte 1H:3V ; terraplén 5H:4V.

Se contempla también la formación de cunetas en tierra de dimensiones 60cm de ancho por 40 cm de profundidad. En las zonas donde el vial discurre contiguo a las plataformas, se cambia el perfil de cuneta por un tubo de hormigón armado de 40cm de diámetro para permitir el paso a las plataformas.

7.2.3. Plataformas

El único requisito para las plataformas es el de ser lo suficientemente grandes para albergar: las 3 palas de cada aerogenerador montadas, la celosía de la grúa de montaje y otra maquinaria e instalaciones de uso general.

Se ha explicado también el futuro emplazamiento de la subestación, donde sus dimensiones han sido obtenidas mediante la observación de subestaciones ya construidas.

Dado el gran volumen de tierra vegetal generado, se propone el uso de gran parte de este volumen en la regeneración de los taludes de terraplén.



7.2.4. Cimentaciones

La cimentación está compuesta por un cuerpo de base circular y canto variable y un pedestal en la parte superior del anterior donde se montará el aerogenerador.

La primera parte estará hecha de hormigón HA-35 mientras que la segunda, de HA-50.

Los 35 primeros cm, se hormigonarán con el hormigón en consistencia fluída debido a la densidad del armado inferior. El hormigón en el resto de la zapata será de consistencia blanda.

En el fondo del pozo de excavación se dispondrá una capa de 10cm de hormigón de limpieza.

El armado consiste en dos niveles (uno en la cara superior de la zapata y otro en el inferior) compuestos por redondos dispuestos en dirección radial y circunferencial. La armadura de cortante, que consiste en numerosos pies de pato se dispondrá en el medio de los dos niveles.

Adicionalmente se disponen 2 mallazos en el centro de cada cara por donde los anteriores redondos no discurren.

La unión de la cimentación con el fuste consiste en una virola montada en el interior de la zapata a la que se unirán mediante tuercas y contratuerkas los pernos de anclaje. Estos pernos, que están envainados, se hacen pasar por el fuste del aerogenerador, se tensan con gatos y se inmovilizan con otro juego de tuercas. Para reforzar el interior de la zapata frente a los esfuerzos que este sistema originará se dispone también una armadura de refuerzo en las inmediaciones de los pernos envainados

El listado de las actividades para realizar las cimentaciones es:

- Despeje y desbroce
- Excavación del pozo
- Vertido de hormigón de limpieza
- Montaje del armado
- Hormigonado
- Relleno del pozo con material de la excavación.

7.2.5. Zanjas para conducciones eléctricas

Entre ambos aerogeneradores y la explanada destinada a la subestación, transcurre una zanja destinada a contener los conductores. Estas zanjas de 60 cm de ancho y 110cm de alto, están formadas primordialmente por los materiales excavados, con la excepción de que en la zona inferior por donde discurre el tubo que contiene los cables se rellena con un árido fino sin aristas. La sección tipo de la zanja aparece en el plano correspondiente.

Si bien la partida de los conductores no está incluida en el presente proyecto, pues su dimensionamiento pertenece a una competencia más industrial; se incluye la realización de arquetas de hormigón para facilitar la posterior instalación de los cables, si bien también existe la opción de reabrir la zanja o no cerrarla en su totalidad.

8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

La zona de actuación está presente en la hoja 0007 del Mapa Geológico de España 1:50.000. Esta hoja pertenece al ámbito de Cedeira. Concretamente la zona está incluida en el denominado Complejo de Cabo Ortegal.

La teoría más generalizada es que parece ser que se trata de parte de una sutura oceánica de origen Caledoniano que durante la deformación Hercínica fue empujada sobre materiales más recientes (obducción). Esta interacción explica el complejo ofiolítico en el que se sitúa la obra. Las rocas más presentes en la zona son:

- Rocas básicas y ultrabásicas (anfíbolitas)
- Intercalaciones de gneises de dos micas blastomiloníticos

Para la redacción del presente proyecto se ha realizado una visita con el objetivo de observar, en distintos puntos; qué estratos están presentes, su nivel de compactación y degradación, su correspondiente profundidad, etc. Algunas zonas han resultado imposible de estudiar debido a la dificultad del terreno.

También se ha aprovechado la visita para comprobar si existía algún vial, ya que en la cartografía no aparece ninguno.



Conocidos las capas del suelo y alguna propiedad de las anfibolitas presentes, en el anejo 05 de Estudio geotécnico se proponen las pendientes para los taludes y la solución más apropiada para la cimentación.

9. SERVICIOS AFECTADOS.

En la zona de la montaña no se prevé ninguna afección a los servicios. Si esta pudiera darse, sería en la zona de unión del vial del parque con la carretera AC-566. El tendido eléctrico, aunque discurre por el otro margen de la carretera, podría ser un obstáculo puntual.

10. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Debido a las características del proyecto, este se incluye en el anexo II de la ley 21/2013 de evaluación ambiental ya que es una instalación para la utilización del viento pero no cumple los requisitos para entrar en el anexo I.

Por lo tanto, el documento ambiental del proyecto consistirá en un estudio simplificado de impacto ambiental. La ley 21/2013 indica que este documento debe incluir:

- La motivación de la aplicación de este procedimiento simplificado.
- Las características, definición y ubicación del proyecto.
- Una evaluación de los efectos previsibles durante todas las fases del mismo.
- Una serie de medidas que permitan prevenir, reducir, compensar los efectos negativos del proyecto y medidas para su seguimiento.

Toda esta información se encuentra desarrollada en el anejo 09: "Evaluación de impacto ambiental".

11. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Se encuentra desarrollado en el anejo 10: "Gestión de residuos" cumpliendo con el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición

De acuerdo con el punto del artículo 4 del RD 105/2008, se especifica que en el estudio se recogerá una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

En el estudio se indica también diversas medidas para la prevención de los residuos en la obra, para la separación de los mismos y prescripciones relacionadas con su almacenamiento y manejo.

Además se realiza la valoración de la gestión de residuos, cuyo importe es de **43.107,97 €**

12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se encuentran las condiciones que obligan a la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud. Dado que el presente proyecto cumple alguna de ellas, se procede a su redacción. Este está desarrollado en el anejo 11: "Estudio de Seguridad y Salud".

Dicho estudio contiene los siguientes documentos requeridos por el art. 5 de dicha ley:

- Memoria descriptiva con la descripción de las obras, riesgos y medidas de prevención según las actividades a realizar y la maquinaria empleada.
- Planos de seguridad sobre equipos de protección, señalización y prescripciones de seguridad con el objeto de complementar las medidas definidas en la memoria
- Pliego donde se indican las normas legales y reglamentarias aplicables así como las condiciones necesarias para el personal, los equipos y la maquinaria. También se indican algunas medidas de seguimiento y control.
- Mediciones y presupuesto con el objeto de cuantificar los gastos previstos para la aplicación del estudio de seguridad y salud. Concretamente, la partida de seguridad y salud para este proyecto es de **31.047,46€**.

13. ACCESIBILIDAD

Tras el análisis de la Ley 8/1997, de 20 de agosto, de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia, la LEY 10/2014, de 3 de diciembre, de accesibilidad; se comprueba que no hay disposiciones aplicables a nuestro proyecto.



Debido a la ubicación del mismo y a su naturaleza, el único espacio público que podría verse afectado sería el margen de la carretera AC-566 en las primeras fases de la obra. Este margen no está capacitado para el uso de peatones por lo que no interrumpiremos su paso. Esta situación está contemplada en el estudio de seguridad y salud, donde se indican las medidas a tomar, tanto en la memoria como en los planos.

14. PLAN DE OBRA

En el anejo 13 "Plan de Obra" se incluye un programa de las actividades necesarias para realizar el proyecto. Esta planificación no tiene carácter vinculante, pues puede ser afectada de diversas maneras. Aunque tiene un carácter indicativo, muestra la jerarquía en el tiempo entre las diferentes unidades de la obra.

15. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTÍA.

Se estima un plazo de ejecución de 12 meses.

Inmediatamente a la recepción de las obras, se iniciará el periodo de garantía, el cual tendrá una duración mínima de 12 meses. El contratista quedará comprometido a conservar por su cuenta, durante todo el periodo de garantía, todas las obras que integran el proyecto.

16. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En virtud del artículo 65 del texto del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, publicado en el BOE de 16/11/2011, para contratar con las Administraciones Públicas la ejecución de contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 350.000 euros, o de contratos de servicios cuyo valor estimado sea igual o superior a 120.000 euros, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado.

Concretamente, al contratista sólo se le exigirá clasificación en aquellas partes de la obra cuyo presupuesto suponga más de un veinte por ciento (20%) del presupuesto de ejecución material (excluido el presupuesto de Seguridad y Salud).

Este requisito solamente es cumplido por la partida referente al suministro y montaje de los aerogeneradores, para el cual la clasificación del contratista necesaria es I-2-e.

17. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

CAPITULO	RESUMEN.....	EUROS
1	OPERACIONES PREVIAS	70.704,53
2	VIALES Y PLATAFORMAS	555.669,31
3	CIMENTACIONES	228.472,39
4	AEROGENERADORES	11.060.220,84
5	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.....	63.539,52
6	SEGURIDAD Y SALUD	31.047,46
7	GESTIÓN DE RESIDUOS	43.107,97

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	12.052.762,02
21,00 % I.V.A.....	2.531.080,02

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	14.583.842,04
----------------------------	---------------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	14.583.842,04
---------------------------	---------------

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CATORCE MILLONES QUINIENTOS OCHENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

Es imprescindible indicar que los precios incluyen implícitamente la parte correspondiente de gastos generales y beneficio industrial.

18. DECLARACIÓN DE OBRA FRACCIONADA

El presente proyecto comprende una obra fraccionada, siendo necesaria la construcción de la subestación del parque y la conexión de ésta con los aerogeneradores para formar una obra completa.



19. SUPERVISION DEL PROYECTO

Dado que la cuantía del contrato de obras supera los 350.000 euros, se requerirá un informe de supervisión por parte de las unidades de supervisión de proyectos con el objeto de verificar que se han tenido en cuenta las disposiciones generales de carácter legal o reglamentario así como la normativa técnica que resulte aplicable en el presente proyecto.

20. RELACION DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto está formado por los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA:

- Memoria descriptiva
- Memoria justificativa:
 - Anejo 01: Antecedentes administrativos y normativa aplicable
 - Anejo 02: Estudio del recurso eólico
 - Anejo 03: Análisis de alternativas
 - Anejo 04: Estudio geológico
 - Anejo 05: Estudio geotécnico
 - Anejo 06: Cartografía y replanteo
 - Anejo 07: Viales y plataformas
 - Anejo 08: Cimentaciones
 - Anejo 09: Evaluación de impacto ambiental
 - Anejo 10: Gestión de residuos
 - Anejo 11: Estudio de seguridad y salud
 - Anejo 12: Justificación de precios
 - Anejo 13: Plan de obra
 - Anejo 14: Clasificación del contratista
 - Anejo 15: Reportaje fotográfico.

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1. situación
2. planta general
 - 2.1. planos guía y bases de replanteo
 - 2.2. planta
3. Perfiles longitudinales
4. Perfiles transversales
5. Plataformas de montaje
6. Secciones tipo
7. Cimentaciones

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO:

Mediciones Auxiliares
Mediciones
Cuadro de Precios Nº 1
Cuadro de Precios Nº 2
Presupuesto.
Resumen del Presupuesto



21. CONCLUSIÓN

Considerando que el presente Proyecto está redactado de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia, que contiene los documentos reglamentarios y que reúne los requisitos necesarios exigidos, se somete a su consideración por parte de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña.

Ferrol, a junio de 2.017

Autor del proyecto:

Fdo. Emilio A. Serantes Carro
Grado en Ingeniería de Obras Públicas



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

DOCUMENTO N°1. MEMORIA. MEMORIA JUSTIFICATIVA



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 01: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y NORMATIVA APLICABLE



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS PLANEAMIENTO EXISTENTE.....	1
3. NORMATIVA APLICABLE	1
3.1 SECTOR EÓLICO Y ELECTRICIDAD	1
3.2 TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE	1
3.3 CONSTRUCCIÓN	1
3.4 GESTIÓN DE RESIDUOS	2
3.5 SEGURIDAD Y SALUD	2



1. INTRODUCCIÓN

La redacción del presente proyecto ha requerido un análisis previo del planeamiento existente del municipio de Valdoviño por una parte, y de una serie de normativa referente a distintos campos que confluyen en el proyecto. Estos son: energía eólica y electricidad, territorio y medio ambiente, gestión de residuos, seguridad y salud y, por supuesto, la construcción. Se expondrá en este anejo aquella de carácter más general e influencia más directa con la obra. Otra normativa más especializada o centrada en pequeños detalles estará dispuesta en su correspondiente anejo como en el caso de gestión de residuos o el estudio de seguridad y salud.

2. ANÁLISIS PLANEAMIENTO EXISTENTE

Actualmente, el Concello de Valdoviño está trabajando en la elaboración de un Plan General de Ordenación Municipal que actualice la normativa urbanística, vigente desde 1993.

En los planos de las normas subsidiarias del planeamiento puede observarse que el proyecto se sitúa en suelo rústico forestal, salvo una pequeña franja en la unión del vial de servicio con la carretera AC-566 que es suelo urbano.

En el planeamiento no se menciona más a esta zona o al uso de este tipo de suelo.

3. NORMATIVA APLICABLE

3.1. SECTOR EÓLICO Y ELECTRICIDAD.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico
- Orden 315/2017 por la que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico en la convocatoria para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, convocada al amparo del RD 35
- Ley 8/2009, de 22 de diciembre, por la que se regula el aprovechamiento eólico en Galicia y se crean el canon eólico y el Fondo de Compensación Ambiental.
- Orden de 29 de marzo de 2010 para la asignación de 2.325 MW de potencia en la modalidad de nuevos parques eólicos en Galicia.

3.2. TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

- Ley 10/1995, de 23 de noviembre, de Ordenación del Territorio de Galicia.
Modificaciones sucesivas introducidas por:
 - Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de Ordenación Urbanística y Protección del Medio Rural de Galicia
 - Ley 6/2007, de 11 de mayo, de medidas urgentes en materia de ordenación del territorio y del litoral de Galicia
 - Ley 15/2010, de 28 de diciembre, de medidas fiscales y administrativas.
- Ley 1/1995, de 2 de enero, de Protección Ambiental de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Ley 21/2013 de evaluación ambiental.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido
- Ley 9/2001, de 21 de agosto, de Conservación de la Naturaleza.
- Ley 7/2008, de 7 de julio, de protección del paisaje de Galicia.

3.3. CONSTRUCCIÓN

- Instrucciones EHE.
- Real Decreto 776/1997, de 13 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-97.



- Orden de 6 de febrero de 1976, por el que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, en adelante PG-3/75, y sus revisiones posteriores.
- Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público (Modificada por Real Decreto Ley 8/2010, Ley 14/2010, Ley 15/2010, Ley 34/2010, y Ley 26/2011)
- Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

3.4. GESTIÓN RESIDUOS

Normativa explicada más detalladamente en el correspondiente anejo:

- Directiva 91/689/CEE del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.
- Ley 22/2011 del 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Decreto 59/2009, del 26 de febrero, por el que se regula la rastreabilidad de los residuos.
- Real decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.
- Ley 16/2002 del 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Orden del 20 de julio de 2009, por la que se regulan los contenidos de los estudios de minimización de la producción de residuos que deben presentar los productores de residuos de Galicia.
- Ley 10/2008 de 3 de noviembre, de residuos de Galicia.
- Decreto 174/2005, del 9 de junio, por lo que se regula el régimen jurídico de la producción

y gestión de residuos y el Registro Xeral de Produtores e Xestores de Residuos de Galicia.

3.5. SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 337/2010, de 19 de Marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios e Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de Agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. Modifica a la ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Resolución de 1 de agosto, de la Dirección General de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y publica el IV Convenio Colectivo General del sector de la Construcción.
- Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Instrucción de 26 de Febrero de 1996 de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, para la ampliación de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales de la Administración del Estado.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de Noviembre de 1995.
- Modificación de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en sus Artículos 45, 47, 48 y 49 según el Artículo 36 de la Ley 50/1998, de 30 de Diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.



- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. O.M. 31 de enero de 1940. BOE de 3 de Febrero de 1940, en vigor capítulo VII.



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 02: ESTUDIO DEL RECURSO EÓLICO



ÍNDICE

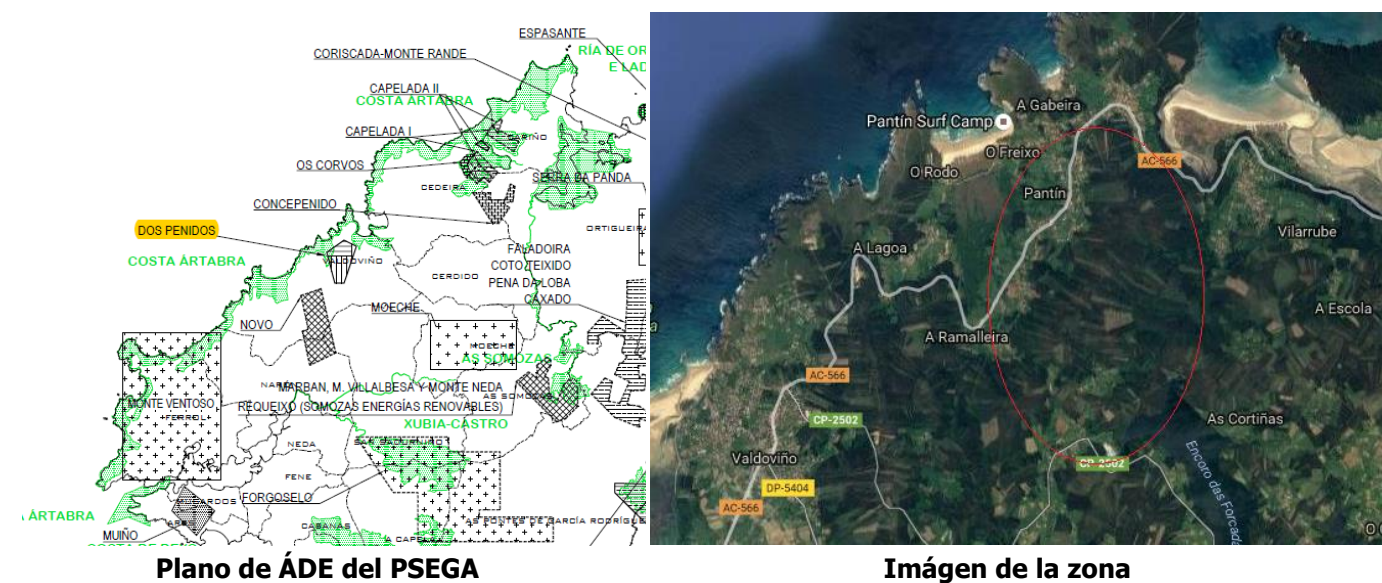
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE VIENTO	1
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN	1
2.2 DATOS DE VIENTO	2
2.3 REPRESENTATIVIDAD A LARGO PLAZO	2
3. MODELIZACIÓN DEL CAMPO DE VIENTOS	4
3.1 INTRODUCCIÓN	4
3.2 DATOS DE ENTRADA	4
3.2.1 ARCHIVO DEL VIENTO OBSERVADO	4
3.2.2 OROGRAFÍA, RUGOSIDAD SUPERFICIAL Y OBSTÁCULOS	4
3.2.3 DENSIDAD DEL AIRE	5
3.3 ATLAS DE VIENTOS Y MAPA DE ISOVENTAS	5
3.3.1 ATLAS DE VIENTOS	5
3.3.2 MAPA DE ISOVENTAS Y RECURSO EÓLICO	6
<u>APÉNDICE 1: DATOS DE WASP</u>	8



1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es determinar el potencia eólico del Área de Desarrollo Eólico registrada en el Plan Sectorial Eólico de Galicia como Os Penidos. Este estudio del recurso eólico permitirá conocer las mejores zonas para el emplazamiento de los aerogeneradores, que tipo de aerogeneradores requieren las mismas y cuál sería la producción esperada de ellos. Esta información nos permitirá realizar el estudio de alternativas expuesto en el Anejo 03.

La aprobación con posterioridad del área conduce a la falta de descripción de los vértices de la zona, aunque la misma está recogida en el Plan como área reservada, aparece en los planos del Plan y está registrada en los anejos.



Para la realización del presente anejo, se ha contado con las medidas diezminutales de la velocidad y dirección del viento de la estación meteorológica Punta Candieira situada en el municipio de Cedeira. Dichas medidas abarcan desde enero del 2010 hasta octubre del 2016.

La estructura de este estudio es la siguiente:

- Tratamiento estadístico de los pares de datos registrados en la estación
- Creación de un mapa de la zona con rugosidades y obstáculos definidos
- Modelización del campo de vientos mediante los datos anteriores

2. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE VIENTO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN

La estación de Punta Candieira está ubicada a 43,71° de latitud y -8,05° de longitud y a una altitud de 254 metros. Fue dada de alta el 6 de agosto de 2004. Dicha estación está situada a unos 23 km de la zona de actuación.



Imagen de la estación



Imagen del sensor

El anemómetro-veleta es un modelo 05106-5 MA fabricado por R. M. Young. Este sensor está diseñado específicamente para los rigores del ambiente marino. El sensor de velocidad es una hélice helicoidal de cuatro palas. El sensor de dirección de viento es una paleta moldeada. El ángulo de las paletas se detecta mediante un potenciómetro de precisión alojado en una cámara sellada. Tiene una precisión en la medición de la velocidad del viento de 0,3 m/s mientras que en la medición de la dirección del viento, la precisión es de $\pm 3^\circ$. Todos los materiales del dispositivo están diseñados para resistir la corrosión del ambiente

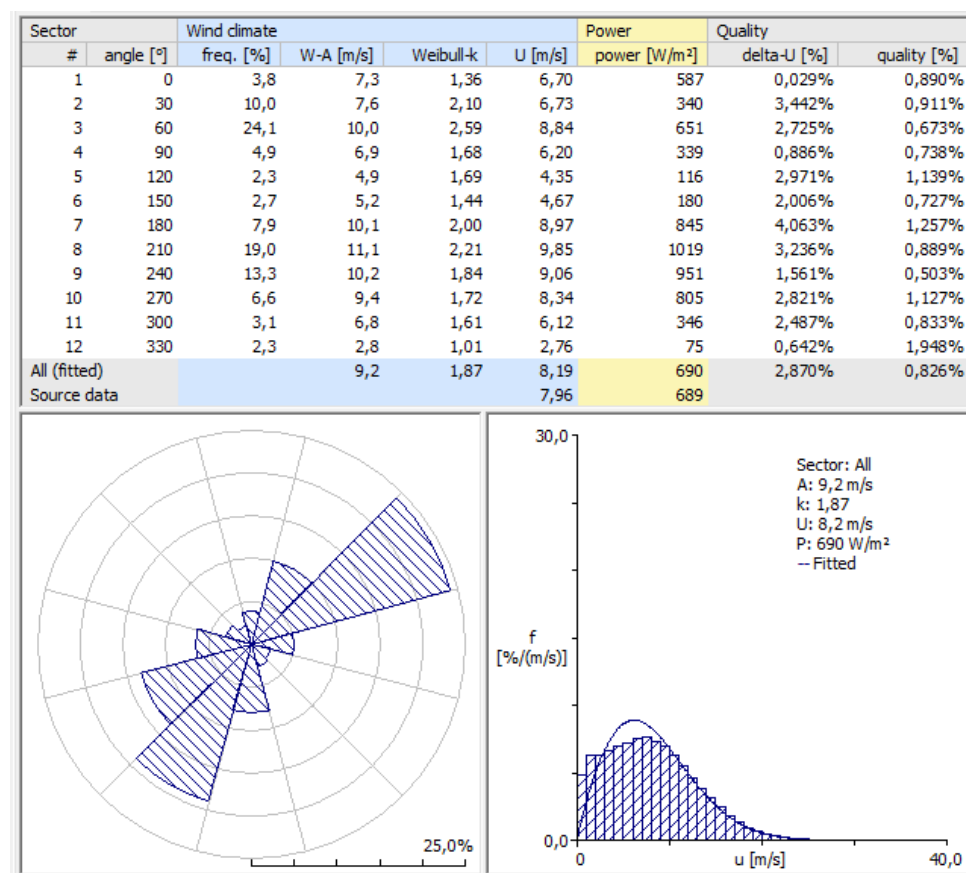


2.2 DATOS DE VIENTO

Los datos son obtenidos de Meteogalicia y tratados con el programa Wasp Climate Analyst 3. Las principales características de la campaña de medidas se muestran en la siguiente tabla:

Situación estación y periodo de medición				
X (UTM)	Y (UTM)	Altitud (m)	Periodo medición	Nivel de medición (m)
576464	4839683	254	01/01/2010-31/10/2016	10
Procesamiento de datos				
Lecturas velocidad aceptadas		354041 (99,34%)		
Rango velocidades registrado		0,00 m/s - 34,05 m/s		
Pares de datos aceptados		354317 (99,42%)		
Número de calmas		1472 (0,41%)		

Los datos rechazados se corresponden principalmente a días de mantenimiento o avería de la estación. Aún así el alto porcentaje de valores aceptados hace la muestra suficientemente representativa. Una vez analizados por el programa obtenemos la siguiente información:



En esta figura, observamos la dirección del viento dividida en sectores de 30° (El sector norte es el de 0° y el resto continúa en sentido horario) cuyo valor de frecuencia (freq. [%]) de cada uno está calculado. La velocidad media del viento (U [m/s]) así como la potencia media en el periodo considerado (power [W/m²]) de vital relevancia que también aparecen. Como aporte puntual, cabe destacar la velocidad media de la zona **8.19 m/s** así como la potencia media **690 W/m²**. Normalmente zonas con un valor de velocidad media superiores a 4,5-5 m/s se suponen buenas zonas para aprovechamientos eólicos.

Un aspecto importante también observable en la figura anterior es la dirección predominante del viento en la zona, que en este caso es claramente NO-SE. Aunque en la actualidad la mayoría de los aerogeneradores pueden orientarse según el viento que haya en el momento, esta dirección predominante nos determinará la separación necesaria entre los aerogeneradores para que no haya influencia entre ellos. Este tema será recordado en el Anejo 03 de Estudio de Alternativas.

2.3 REPRESENTATIVIDAD A LARGO PLAZO

Es un aporte interesante estudiar la representatividad a largo plazo de los datos obtenidos en la estación de Punta Candieira. Para ello usamos datos obtenidos en una estación cercana. Para este caso se escoge la estación CIS Ferrol, operativa desde el año 2000. La estación de Cariño es la más cercana pero no dispone de un período de mediciones tan extenso pues fue dada de alta a mediados del año 2012.

A continuación se muestra una tabla con las velocidades medias mensuales (m/s) medidas en Punta Candieira y CIS Ferrol.

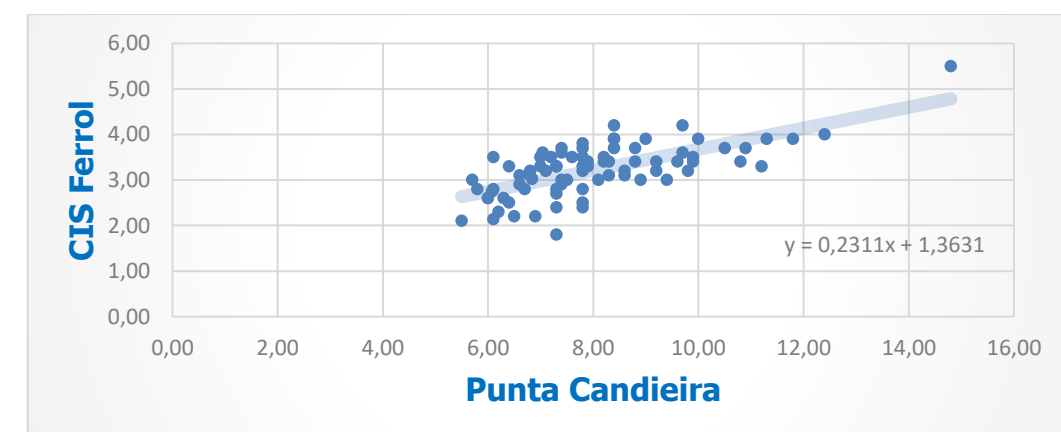
	Punta Candieira	CIS Ferrol
ene-10	9,40	3,00
feb-10	10,50	3,70
mar-10	10,00	3,90
abr-10	7,00	3,30
may-10	6,40	3,30
jun-10	6,10	3,50
jul-10	7,80	3,80
ago-10	7,20	3,50
sep-10	6,00	2,60
oct-10	8,80	3,40
nov-10	8,30	3,10
dic-10	8,10	3,00
ene-11	9,70	3,60
feb-11	7,80	3,20



mar-11	6,80	3,10
abr-11	6,60	3,10
may-11	8,40	4,20
jun-11	7,40	3,60
jul-11	7,00	3,50
ago-11	6,30	2,60
sep-11	6,40	2,50
oct-11	6,20	2,30
nov-11	7,80	2,50
dic-11	8,90	3,00
ene-12	6,50	2,20
feb-12	7,40	2,90
mar-12	6,60	2,90
abr-12	9,00	3,90
may-12	7,60	3,50
jun-12	7,80	3,30
jul-12	5,80	2,80
ago-12	7,50	3,00
sep-12	8,40	3,70
oct-12	7,80	2,40
nov-12	8,60	3,10
dic-12	10,90	3,70
ene-13	9,20	3,20
feb-13	7,30	2,70
mar-13	9,20	3,40
abr-13	9,70	4,20
may-13	5,70	3,00
jun-13	8,40	3,90
jul-13	7,80	3,50
ago-13	7,80	3,70
sep-13	6,00	2,60
oct-13	9,80	3,20
nov-13	10,80	3,40
dic-13	11,20	3,30
ene-14	11,30	3,90
feb-14	14,80	5,50
mar-14	8,20	3,40
abr-14	8,20	3,50
may-14	7,10	3,20
jun-14	6,80	3,20

jul-14	7,30	3,30
ago-14	7,30	2,80
sep-14	5,50	2,10
oct-14	7,30	1,80
nov-14	9,60	3,40
dic-14	6,90	2,20
ene-15	7,80	2,80
feb-15	9,90	3,50
mar-15	8,30	3,40
abr-15	7,40	3,00
may-15	8,40	3,90
jun-15	7,40	3,70
jul-15	7,30	3,30
ago-15	6,70	2,80
sep-15	7,90	3,30
oct-15	8,60	3,20
nov-15	7,30	2,40
dic-15	11,80	3,90
ene-16	12,40	4,00
feb-16	9,90	3,40
mar-16	8,80	3,70
abr-16	7,90	3,40
may-16	6,10	2,80
jun-16	6,08	2,75
jul-16	7,04	3,60
ago-16	6,84	3,02
oct-16	6,10	2,14

Con estas medidas, se realiza una recta de regresión lineal entre ambas series.



Regresión lineal entre los datos de ambas estaciones



La velocidad media de este periodo en la estación CIS Ferrol es de 3,22 m/s. Si se introduce ese dato en la ecuación de la recta de regresión obtenemos un valor de 8,04 m/s, muy próximo a la velocidad media de Punta Candieira que es 8,05 m/s. Con esto se concluye que los datos obtenidos de la estación de Punta Candieira son representativos a largo plazo.

3. MODELIZACION DEL CAMPO DE VIENTOS

3.1 INTRODUCCIÓN

La modelización del campo de vientos se realiza mediante el programa WasP 11, creado por el Riso National Laboratory y desarrollado por DTU (Technical University of Denmark) Wind Energy. Con esta modelización se obtiene un atlas de viento cuya información nos permitirá configurar diferentes alternativas y posteriormente evaluar su producción.

WASP utiliza el modelo BZ de Troen (1990) para calcular las perturbaciones en la velocidad del viento inducidas por rasgos orográficos como una colina o terrenos más complicados. Este modelo pertenece a una familia de modelos relacionados con las teorías de Jackson y Hunt para flujos sobre elevaciones. El modelo tiene las siguientes características:

- Emplea una malla polar de alta resolución combinada con una rutina de análisis de mapas con el objetivo de calcular el perfil de perturbación del flujo en el punto central de la malla.
- Integra las condiciones de rugosidad del terreno
- Usa un espesor de capa límite atmosférica de aproximadamente 1km para forzar el flujo a gran escala alrededor de áreas de gran altura.

De esta forma, el programa calcula un hipotético “viento sin perturbar” a partir del cual se efectúa el cálculo posterior de lo que el modelo denomina ATLAS. A partir de este ATLAS, el modelo realiza el proceso inverso y puede calcular el viento esperado en un emplazamiento con unos determinados obstáculos, rugosidad y relieve.

3.2 DATOS DE ENTRADA

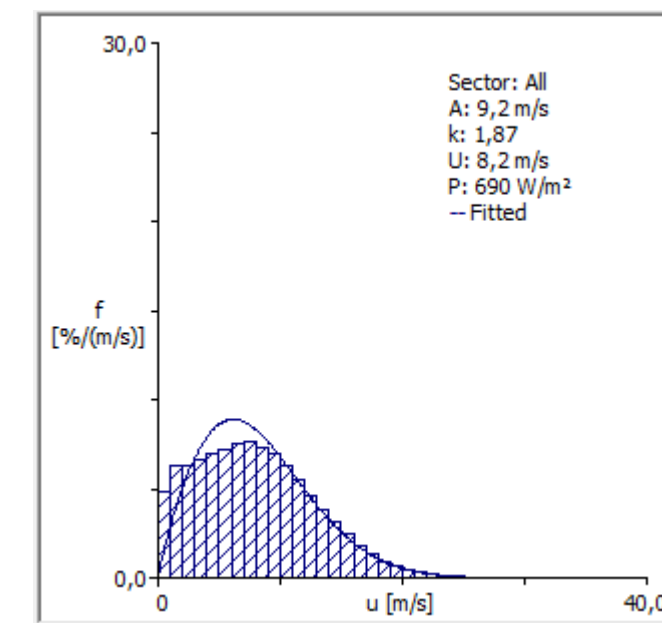
La realización de un campo de vientos a través del programa WASP11 requiere los siguientes grupos de datos:

3.2.1 Archivo del viento observado (Observed Wind Climate File)

Esta información se corresponde con la obtenida con el programa Wasp Climate Analyst 3. En este archivo se calculan y exponen las estadísticas de la distribución del viento en el periodo

considerado. A partir de una serie de pares de datos velocidad-dirección, el programa obtiene la distribución de Weibull para cada uno de los sectores de 30° presentados antes. Esto permite calcular la velocidad media para cada uno de los mismos.

El programa ha calculado a través de esta distribución la velocidad media del viento registrado siendo esta 8,19 m/s. Comparándola con la media de los datos extraídos de Meteogalicia (8.05), podemos observar que el programa ha adaptado la distribución de Weibull a los datos con una pequeña discrepancia.



Distribución de Weibull para todos los sectores

También se requiere situar la estación meteorológica con el objetivo de una posterior extrapolación de los datos a otras zonas, teniendo en cuenta la rugosidad del terreno y obstáculos que se definirán posteriormente.

3.2.2 Orografía, rugosidad superficial y obstáculos

Esta información ha sido creada con el programa WASP Map Editor 11. Este programa permite digitalizar mapas topográficos para ser usados en la modelización del campo de vientos con WASP. Con la cartografía solicitada a la Biblioteca de la E.T.S.E.C.C.P. se parte de una cartografía digitalizada cuyas curvas de nivel poseen el valor de cota de las mismas. Cabe añadir que es necesario señalar las cumbres o serán tomadas como mesetas por el programa. Además el emplazamiento de la estación meteorológica ha de estar incluida en el mapa.



Una vez introducida la cartografía en el programa, se dibujan o se eligen las curvas límite de rugosidad. Estas limitan zonas con distintas rugosidades asignando un valor de rugosidad a cada lado de la línea. Es importante no crear puntos muertos y evitar que estas líneas de rugosidad no se crucen. El programa tampoco funcionará si no se crean áreas coherentes a través de estas líneas.

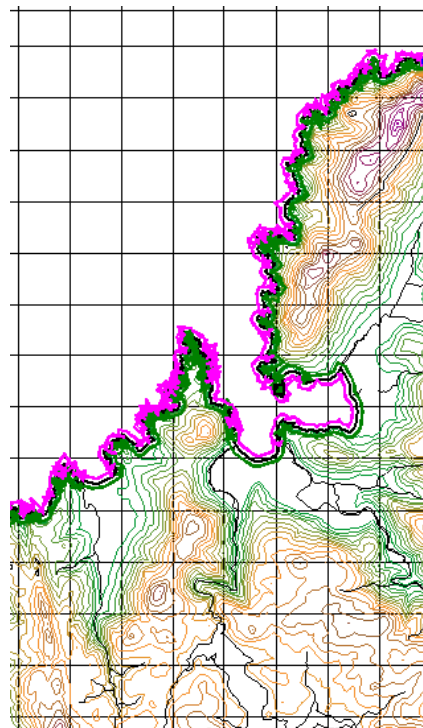
En la siguiente tabla se exponen algunos valores de rugosidades correspondientes a diferentes tipos de terreno:

Roughness Classes and Roughness Length Table			
Roughness Class	Roughness Length m	Energy Index (per cent)	Landscape Type
0	0.0002	100	Water surface
0.5	0.0024	73	Completely open terrain with a smooth surface, e.g. concrete runways in airports, mowed grass, etc.
1	0.03	52	Open agricultural area without fences and hedgerows and very scattered buildings. Only softly rounded hills
1.5	0.055	45	Agricultural land with some houses and 8 metre tall sheltering hedgerows with a distance of approx. 1250 metres
2	0.1	39	Agricultural land with some houses and 8 metre tall sheltering hedgerows with a distance of approx. 500 metres
2.5	0.2	31	Agricultural land with many houses, shrubs and plants, or 8 metre tall sheltering hedgerows with a distance of approx. 250 metres
3	0.4	24	Villages, small towns, agricultural land with many or tall sheltering hedgerows, forests and very rough and uneven terrain
3.5	0.8	18	Larger cities with tall buildings
4	1.6	13	Very large cities with tall buildings and skyscrapers

La zona está formada por masas de agua, pequeñas zonas pobladas y bosque alto; por lo que usaremos los valores de rugosidad correspondientes (en este caso 0,0002m y 0,4m)

En cuanto a los obstáculos no se han considerado pues en la zona no hay ninguna "barrera artificial" que pueda modificar el viento significativamente.

Una vez introducidas estas variables, el mapa que se empleará para modelizar el campo de vientos es el siguiente:



3.2.3 Densidad del aire

El programa WAsP 11 posee una herramienta para calcular la densidad del aire en función de la altura y temperatura media. Para este último dato usaremos los registros de la estación de Punta Candieira y el gradiente térmico atmosférico.

Temperatura media Punta Candieira (254m)	286,38K
Gradiente térmico	6,5K/km
Altura media emplazamiento (m)	270
Altura buje considerada (m)	85
Temperatura zona cálculo	285,72K
Densidad del aire (kg/m3)	1,184

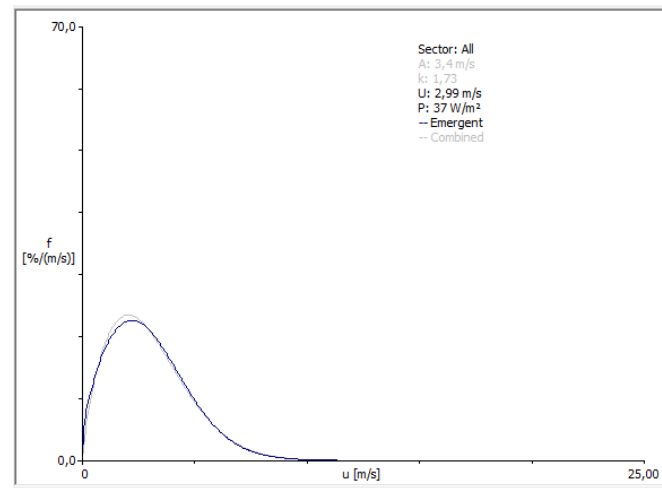
3.3 ATLAS DE VIENTO Y MAPAS DE ISOVENTAS

3.3.1 Atlas de viento

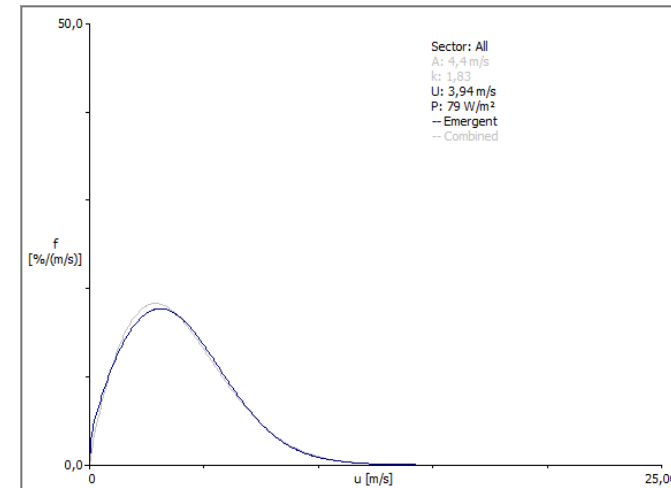
Con los datos de viento introducidos, el programa calcula el Atlas de viento en nuestro emplazamiento. A continuación se muestra una tabla resumen de las velocidades y potencias medias para 10, 25, 50, 100 y 200m de altura y para valores de rugosidad 0, 0,03, 0,10, 0,40 y 1,50m. Nuestro caso es el de 0,4m cuyas funciones de distribución de Weibull también se muestran a continuación:

		R-class 0 (0,000 m)	R-class 1 (0,030 m)	R-class 2 (0,100 m)	R-class 3 (0,400 m)	R-class 4 (1,500 m)
Height 1 (z = 10 m)	U [m/s] P [W/m²]	6,03 265	4,37 115	3,80 76	2,99 37	1,99 11
Height 2 (z = 25 m)	U [m/s] P [W/m²]	6,60 338	5,22 182	4,69 133	3,94 79	3,01 35
Height 3 (z = 50 m)	U [m/s] P [W/m²]	7,09 409	6,03 252	5,49 194	4,75 128	3,86 69
Height 4 (z = 100 m)	U [m/s] P [W/m²]	7,68 532	7,12 391	6,53 299	5,75 203	4,84 123
Height 5 (z = 200 m)	U [m/s] P [W/m²]	8,41 724	8,66 726	7,92 551	7,02 380	6,03 239

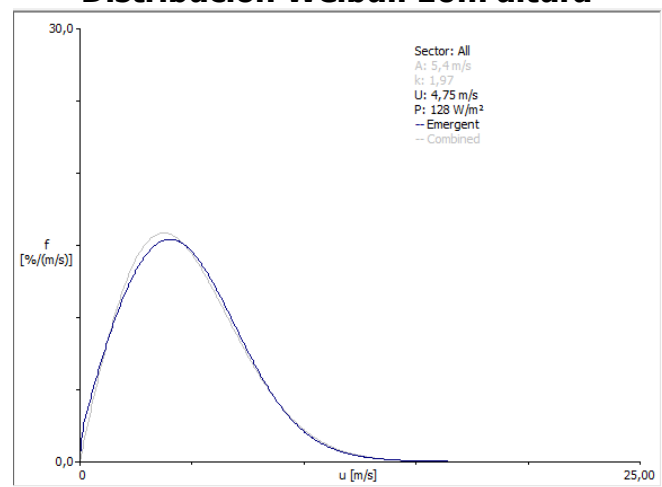
Tabla resumen atlas de viento



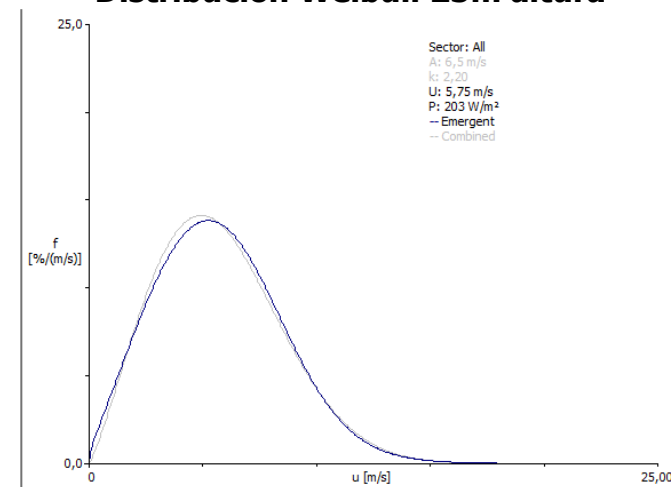
Distribución Weibull 10m altura



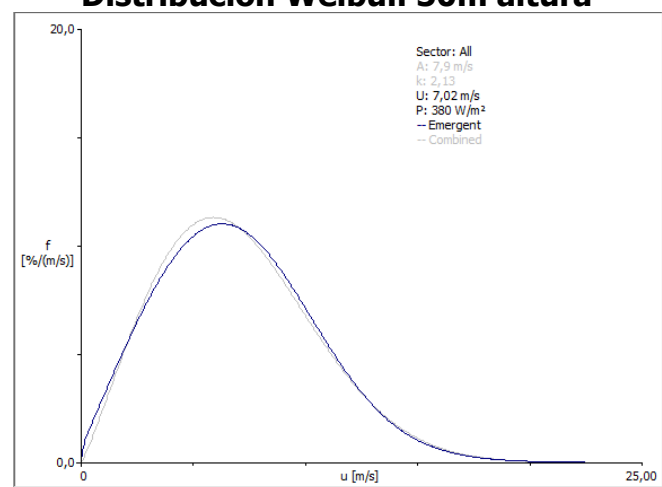
Distribución Weibull 25m altura



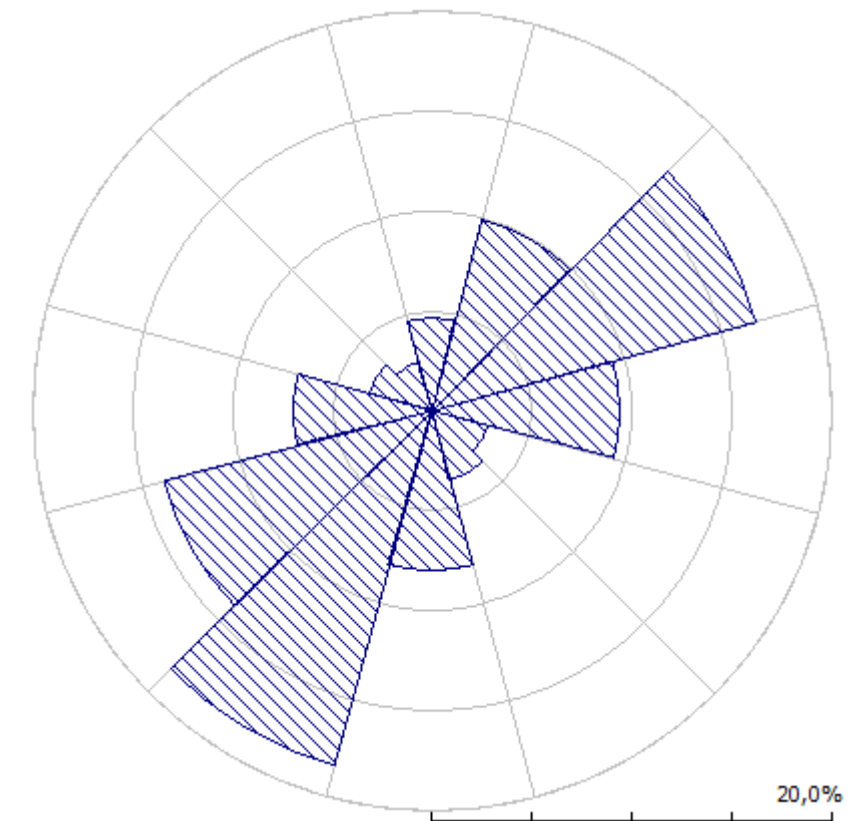
Distribución Weibull 50m altura



Distribución Weibull 100m altura



Distribución Weibull 200m altura

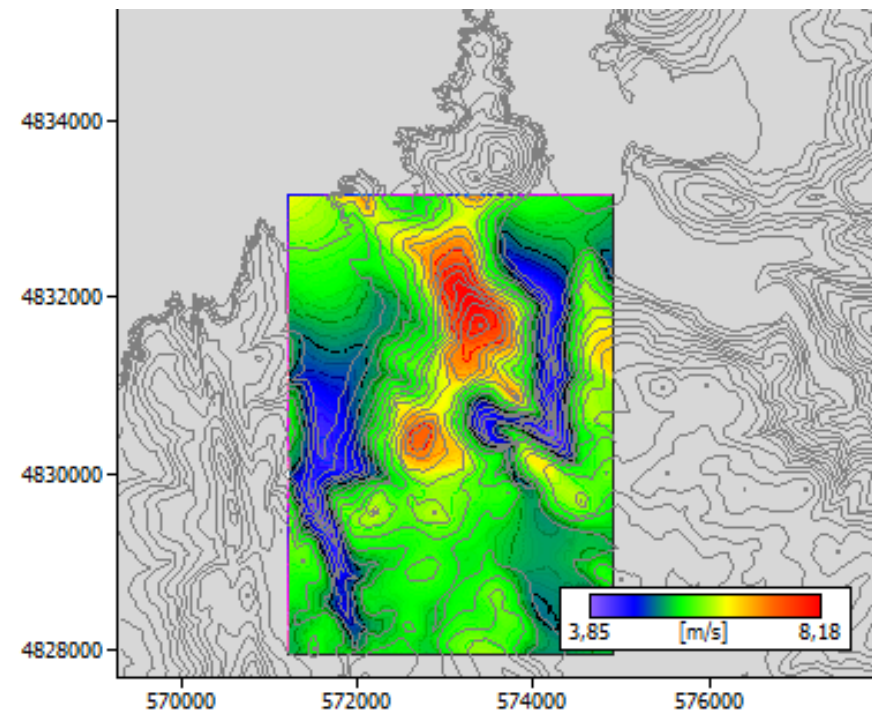


Frecuencia direccional

3.3.2 Mapa de isoventas y recurso eólico

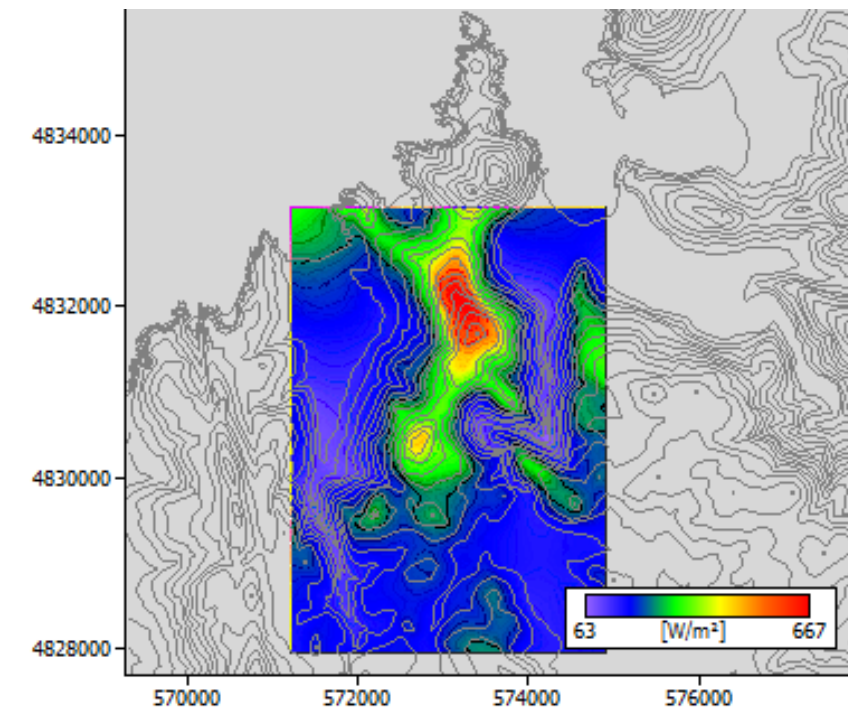
Las isoventas son isolíneas que separan áreas de igual velocidad de viento a una determinada altura. En este caso se ha situado la malla a 80 metros sobre el nivel del suelo, siendo esta altitud una aproximación a la altura de los fustes de los posibles aerogeneradores que se instalarán. Esta malla tiene una resolución de 10m con una estructura de 521 filas y 371 columnas originando 193291 nodos.

Debido a la diferencia de cota entre las zonas elevadas y las bajas, las cuales prácticamente llegan a cota 0 sobre el nivel de mar, el espectro de velocidades de la zona es muy amplio. En este caso estas velocidades están comprendidas entre 3,85 m/s y 8,18 m/s.



Mapa de isoventas

Otro mapa importante para el estudio del recurso eólico es aquel en el que se muestra la densidad de potencia eólica. Las zonas de mayor potencial energético se corresponden con aquellas donde la velocidad de viento es más alta. En este caso la densidad de potencia de la zona varía entre 63 W/m² y 667 W/m².



Mapa de densidad de potencia

Esta modelización del potencial eólico va a ser muy importante, ya no solo para el cálculo de la producción energética del parque; sino ya como soporte para la configuración de alternativas y criterio para su evaluación. Estos datos serán utilizados para la realización del Anejo 03 Estudio de Alternativas



APÉNDICE 1: DATOS DE WASP

• Estación meteorológica

Height a.g.l.	10,0	m
X co-ordinate:	576464,0	m
Y co-ordinate:	4839683,0	m
Elevation a.s.l.	256,0	m

Datos estación

Sector		Roughness			(IBZ)	Obstacles	Orography (IBZ)		
number	angle [°]	changes	reference [m]	SLF [%]	speed-up [%]	speed-up [%]	speed-up [%]	turn [°]	RIX [%]
1	0	2	0,000	6,1	-25,7	0,0	145,3	3,3	12,2
2	30	2	0,000	9,5	-29,3	0,0	150,0	-6,1	8,2
3	60	1	0,047	71,7	-19,8	0,0	129,8	-10,0	3,1
4	90	0	0,400	100,0	0,0	0,0	100,5	-3,1	7,0
5	120	0	0,400	100,0	0,0	0,0	113,5	8,1	16,1
6	150	0	0,400	100,0	0,0	0,0	155,7	9,2	12,3
7	180	3	0,311	96,7	-3,7	0,0	181,8	2,2	11,2
8	210	10	0,043	70,7	-18,3	0,0	165,6	-6,3	15,7
9	240	2	0,000	11,0	-29,5	0,0	115,8	-8,7	14,7
10	270	2	0,000	6,8	-26,6	0,0	79,8	-4,4	13,3
11	300	1	0,000	4,7	-23,6	0,0	72,3	6,4	11,0
12	330	2	0,000	4,7	-22,7	0,0	107,0	9,8	8,9
All									11,1

Site Effects

• Generación de datos

Time selections			
2010-01-01T00:10:00.000 to 2016-10-31T00:00:00.000			
Recordings in file/selections			
Start time	-	2010-01-01T00:10:00.000	2010-01-01T00:10:00.000
End time	-	2016-10-31T00:00:00.000	2016-10-31T00:00:00.000
Count	356400	356400	356400
Recording interval	600 s	600 s	600 s
Mean wind speed data ('Speed 3')			
Data column no. in source file	3	3	3
Discretisation width	0.01	0.01	0.01
Multiplier	1	1	1
Offset	0	0	0
Averaging time (s)	600	600	600
Maximum value	34.05	34.05	34.05
Minimum value	0.00	0.00	0.00
Lower limit	0 m/s	0 m/s	0 m/s
Readings below lower limit	2359 (0.01 %)	2359 (0.66 %)	2359 (0.01 %)
Upper limit	90 m/s	90 m/s	90 m/s
Readings above upper limit	0 (0.00 %)	0 (0.00 %)	0 (0.00 %)
Calm threshold	0.01 m/s	0.01 m/s	0.01 m/s
Calms	1472 (0.41 %)	1472 (0.41 %)	1472 (0.41 %)
Valid readings accepted	354041 (98.54 %)	354041 (98.54 %)	354041 (98.54 %)
Accepted values range	0.00 m/s to 34.05 m/s	0.00 m/s to 34.05 m/s	0.00 m/s to 34.05 m/s
Mean wind direction data ('Direction 5')			
Data column no. in source file	5	5	5
Discretisation width	1	1	1
Multiplier	1	1	1
Offset	0	0	0
Averaging time (s)	600	600	600
Maximum value	360	360	360
Minimum value	0	0	0
Lower limit	0°	0°	0°
Readings below lower limit	0 (0.00 %)	0 (0.00 %)	0 (0.00 %)
Upper limit	360°	360°	360°
Readings above upper limit	0 (0.00 %)	0 (0.00 %)	0 (0.00 %)
Calm threshold	0.01 m/s	0.01 m/s	0.01 m/s
Calms	1472 (0.41 %)	1472 (0.41 %)	1472 (0.41 %)
Valid readings accepted	356400 (99.20 %)	356400 (99.20 %)	356400 (99.20 %)
Accepted values range	0° to 360°	0° to 360°	0° to 360°
Data recovery:			
Expected recordings count	359280	359280	359280
Expected meas. duration	7 y 0 d	7 y 0 d	7 y 0 d
Count of records	356400 (99.20 %)	356400 (99.20 %)	356400 (99.20 %)
Missing records	2880	2880	2880
Recordings with invalid values in one or more fields	2369 (0.66 %)	2369 (0.66 %)	2369 (0.66 %)
Accepted recordings	354031 (98.54 %)	354031 (98.54 %)	354031 (98.54 %)
Recovery percentage (vs. expected)	98.54%	98.54%	98.54%



Generation report

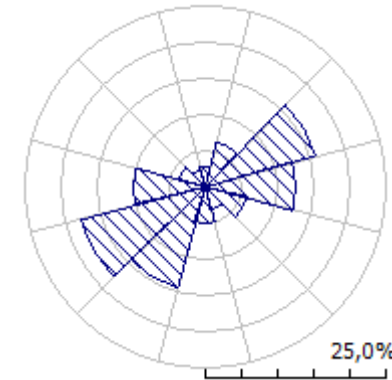
• Atlas de viento

Regional wind climate summary

Height	Parameter	0,000 m	0,030 m	0,100 m	0,400 m	1,500 m
10,0 m	Weibull A [m/s]	6,8	4,9	4,3	3,4	2,2
	Weibull k	1,94	1,72	1,72	1,73	1,74
	Mean speed [m/s]	6,03	4,37	3,80	2,99	1,99
	Power density [W/m²]	265	115	76	37	11
25,0 m	Weibull A [m/s]	7,4	5,9	5,3	4,4	3,4
	Weibull k	1,99	1,84	1,83	1,83	1,83
	Mean speed [m/s]	6,60	5,22	4,69	3,94	3,01
	Power density [W/m²]	338	182	133	79	35
50,0 m	Weibull A [m/s]	8,0	6,8	6,2	5,4	4,4
	Weibull k	2,04	2,04	2,00	1,97	1,95
	Mean speed [m/s]	7,09	6,03	5,49	4,75	3,86
	Power density [W/m²]	409	252	194	128	69
100,0 m	Weibull A [m/s]	8,7	8,0	7,4	6,5	5,5
	Weibull k	1,99	2,17	2,19	2,20	2,17
	Mean speed [m/s]	7,68	7,12	6,53	5,75	4,84
	Power density [W/m²]	532	391	299	203	123
200,0 m	Weibull A [m/s]	9,5	9,8	8,9	7,9	6,8
	Weibull k	1,92	2,10	2,12	2,13	2,15
	Mean speed [m/s]	8,41	8,66	7,92	7,02	6,03
	Power density [W/m²]	724	726	551	380	239

Detailed descriptions

Wind rose for roughness length 0,000 m



Sector frequencies for roughness length 0,000 m

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
f [%]	2,8	6,5	15,9	12,5	5,8	3,2	5,1	14,3	17,7	9,9	3,8	2,5

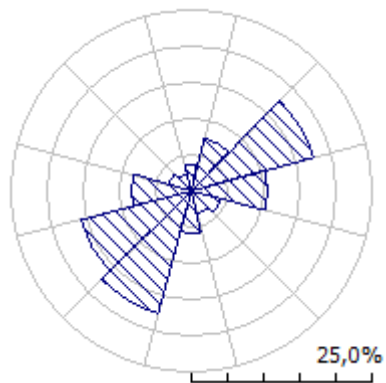
Sector-wise Weibull distributions for roughness length 0,000 m

H	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	°	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
10,0	A	4,1	4,5	7,4	8,0	7,3	5,3	6,8	7,2	7,0	7,4	4,8	2,4
	k	1,36	2,09	2,65	2,38	1,94	1,63	2,06	2,37	1,97	1,77	1,45	0,94
	U	3,72	3,94	6,55	7,12	6,49	4,72	6,01	6,40	6,25	6,59	4,35	2,45
	E	100	69	261	362	331	156	246	263	290	383	145	63
25,0	A	4,5	4,9	8,1	8,8	8,0	5,8	7,4	7,9	7,7	8,1	5,3	2,7
	k	1,40	2,15	2,73	2,46	1,99	1,68	2,13	2,44	2,03	1,82	1,49	0,97



	U	4,08	4,32	7,18	7,80	7,10	5,17	6,58	7,01	6,84	7,21	4,77	2,69
	E	125	88	336	464	421	197	314	338	370	485	182	77
50,0	A	4,8	5,2	8,7	9,4	8,6	6,2	8,0	8,5	8,3	8,7	5,7	2,9
	k	1,44	2,22	2,81	2,53	2,05	1,73	2,19	2,51	2,09	1,88	1,53	0,99
	U	4,38	4,64	7,71	8,38	7,63	5,56	7,07	7,53	7,36	7,74	5,13	2,89
	E	150	106	410	565	506	235	380	411	447	580	217	90
100,0	A	5,2	5,7	9,4	10,2	9,3	6,7	8,7	9,2	9,0	9,4	6,1	3,1
	k	1,40	2,16	2,73	2,46	2,00	1,69	2,13	2,45	2,03	1,83	1,49	0,97
	U	4,74	5,03	8,36	9,08	8,26	6,02	7,66	8,16	7,97	8,37	5,55	3,13
	E	198	139	531	733	659	309	496	533	584	753	288	122
200,0	A	5,7	6,2	10,3	11,2	10,2	7,4	9,5	10,1	9,8	10,3	6,7	3,3
	k	1,35	2,07	2,63	2,37	1,92	1,62	2,05	2,35	1,95	1,76	1,44	0,94
	U	5,20	5,51	9,15	9,95	9,03	6,59	8,39	8,93	8,73	9,13	6,08	3,43
	E	278	189	716	991	895	428	676	722	797	1024	400	176

Wind rose for roughness length 0,030 m



Sector frequencies for roughness length 0,030 m

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
f [%]	3,7	7,6	17,5	10,5	4,2	3,3	5,9	17,3	15,7	8,3	3,4	2,5

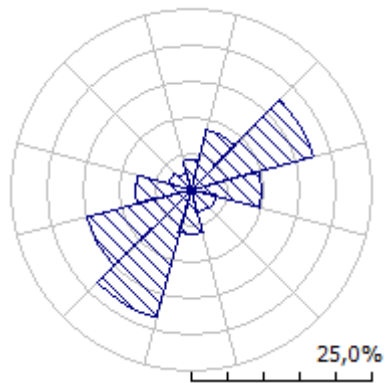
Sector-wise Weibull distributions for roughness length 0,030 m

H	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	°	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
10,0	A	3,1	3,6	5,5	6,0	4,5	3,9	5,0	5,2	5,2	5,2	3,0	1,9
	k	1,39	1,65	2,41	2,00	1,54	1,43	1,90	2,04	1,69	1,52	1,17	0,92
	U	2,79	3,24	4,86	5,34	4,06	3,57	4,46	4,60	4,60	4,66	2,87	2,03
	E	41	49	114	179	108	81	110	111	137	166	61	39
25,0	A	3,7	4,4	6,5	7,2	5,4	4,7	6,0	6,2	6,2	6,2	3,7	2,4
	k	1,49	1,78	2,60	2,14	1,65	1,54	2,04	2,21	1,83	1,63	1,26	0,98
	U	3,34	3,87	5,81	6,37	4,86	4,27	5,34	5,50	5,50	5,56	3,44	2,43
	E	63	77	184	283	167	124	174	177	215	255	90	56
50,0	A	4,3	5,1	7,5	8,3	6,3	5,5	7,0	7,2	7,2	7,2	4,4	2,9
	k	1,67	1,99	2,92	2,38	1,86	1,73	2,29	2,48	2,04	1,81	1,41	1,09
	U	3,86	4,48	6,72	7,33	5,62	4,94	6,18	6,36	6,36	6,40	3,97	2,81
	E	83	105	265	395	224	165	243	250	295	343	115	66
100,0	A	5,1	6,0	8,9	9,7	7,5	6,6	8,2	8,5	8,5	8,5	5,2	3,5
	k	1,79	2,14	3,12	2,54	1,98	1,85	2,45	2,65	2,19	1,94	1,51	1,16
	U	4,56	5,28	7,95	8,61	6,65	5,85	7,31	7,52	7,51	7,52	4,68	3,31



	E	125	162	423	609	348	254	383	394	454	513	170	95
200,0	A	6,2	7,2	10,9	11,8	9,2	8,1	10,1	10,3	10,2	10,2	6,2	4,2
	k	1,72	2,06	3,00	2,45	1,90	1,77	2,35	2,54	2,11	1,87	1,45	1,12
	U	5,50	6,39	9,72	10,4	8,17	7,18	8,97	9,19	9,08	9,03	5,66	4,00
	E	230	296	789	1123	672	493	731	740	830	923	317	181

Wind rose for roughness length 0,100 m



Sector frequencies for roughness length 0,100 m

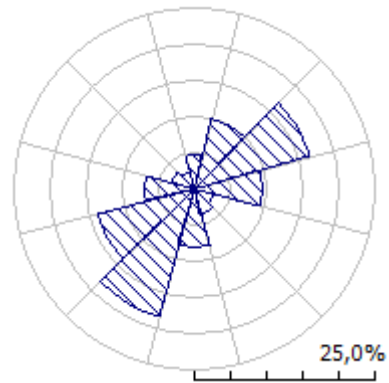
<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
f [%]	4,1	8,5	17,5	9,7	3,7	3,4	6,2	18,4	14,9	7,7	3,3	2,5

Sector-wise Weibull distributions for roughness length 0,100 m

H	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	°	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
10,0	A	2,7	3,4	4,8	5,3	3,6	3,5	4,4	4,5	4,5	4,4	2,5	1,8

	k	1,45	1,65	2,41	1,98	1,49	1,44	1,92	2,04	1,69	1,50	1,13	0,95
	U	2,45	3,05	4,23	4,74	3,24	3,15	3,91	4,00	4,03	4,01	2,41	1,86
	E	26	42	75	125	57	56	73	74	93	107	39	27
25,0	A	3,4	4,2	5,9	6,6	4,5	4,3	5,5	5,6	5,6	5,5	3,2	2,3
	k	1,55	1,76	2,58	2,10	1,60	1,54	2,06	2,18	1,81	1,60	1,21	1,01
	U	3,02	3,76	5,22	5,82	4,01	3,89	4,83	4,94	4,98	4,94	2,98	2,30
	E	44	72	134	220	98	95	128	130	161	183	64	43
50,0	A	4,0	5,0	6,9	7,6	5,3	5,1	6,4	6,5	6,6	6,5	3,8	2,8
	k	1,71	1,94	2,86	2,29	1,76	1,70	2,28	2,41	2,00	1,75	1,33	1,11
	U	3,54	4,41	6,12	6,78	4,70	4,56	5,66	5,79	5,84	5,77	3,49	2,69
	E	62	103	203	322	139	133	189	193	232	260	87	56
100,0	A	4,7	5,9	8,1	9,0	6,3	6,1	7,6	7,8	7,8	7,7	4,6	3,4
	k	1,88	2,15	3,14	2,52	1,94	1,87	2,51	2,65	2,21	1,93	1,46	1,21
	U	4,20	5,24	7,29	7,98	5,60	5,44	6,75	6,89	6,93	6,83	4,15	3,20
	E	93	157	325	489	212	202	296	303	355	386	124	78
200,0	A	5,7	7,1	10,0	10,9	7,7	7,5	9,3	9,5	9,5	9,3	5,5	4,1
	k	1,81	2,07	3,02	2,42	1,86	1,79	2,40	2,55	2,13	1,87	1,41	1,17
	U	5,07	6,33	8,89	9,63	6,85	6,66	8,26	8,41	8,37	8,22	5,01	3,86
	E	170	287	602	882	406	389	561	565	648	698	230	147

Wind rose for roughness length 0,400 m



Sector frequencies for roughness length 0,400 m

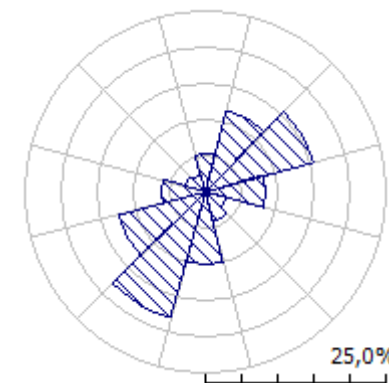
<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
f [%]	4,6	9,9	16,7	9,4	2,9	3,5	8,0	18,4	13,8	6,9	3,2	2,6

Sector-wise Weibull distributions for roughness length 0,400 m

H	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	°	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
10,0	A	2,2	2,9	3,8	4,2	2,3	2,8	3,5	3,6	3,6	3,4	1,8	1,6
	k	1,53	1,72	2,38	2,00	1,60	1,46	1,97	2,03	1,70	1,47	1,07	1,01
	U	1,94	2,61	3,35	3,75	2,09	2,54	3,07	3,15	3,20	3,08	1,79	1,56
	E	12	24	38	62	14	28	34	36	46	50	18	14
25,0	A	2,8	3,9	5,0	5,6	3,1	3,7	4,6	4,7	4,7	4,5	2,5	2,1
	k	1,63	1,83	2,53	2,10	1,69	1,55	2,09	2,15	1,80	1,56	1,13	1,06
	U	2,55	3,43	4,41	4,92	2,75	3,34	4,05	4,15	4,22	4,06	2,35	2,06
	E	25	52	82	133	29	59	74	78	98	105	36	28

50,0	A	3,5	4,7	6,0	6,7	3,7	4,5	5,5	5,7	5,7	5,5	3,0	2,6
	k	1,77	1,99	2,76	2,25	1,85	1,69	2,28	2,34	1,96	1,69	1,22	1,15
	U	3,08	4,15	5,33	5,91	3,32	4,04	4,89	5,02	5,10	4,90	2,84	2,48
	E	39	84	137	217	47	94	122	128	158	166	54	41
100,0	A	4,2	5,7	7,2	8,0	4,5	5,5	6,7	6,8	7,0	6,7	3,8	3,2
	k	2,01	2,26	3,12	2,53	2,08	1,90	2,58	2,65	2,22	1,92	1,38	1,29
	U	3,72	5,01	6,46	7,09	4,02	4,90	5,93	6,07	6,16	5,91	3,44	3,00
	E	60	132	227	341	73	144	197	208	248	252	77	58
200,0	A	5,1	6,9	8,9	9,7	5,6	6,8	8,2	8,4	8,5	8,1	4,5	3,9
	k	1,94	2,18	3,00	2,44	2,00	1,83	2,48	2,55	2,14	1,85	1,33	1,25
	U	4,52	6,10	7,92	8,60	4,95	6,03	7,29	7,45	7,49	7,17	4,18	3,65
	E	112	244	427	625	142	281	377	394	461	468	146	110

Wind rose for roughness length 1,500 m



Sector frequencies for roughness length 1,500 m

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330



f [%]	5,3	11,5	15,4	8,4	3,0	4,0	10,1	18,1	12,6	6,0	3,0	2,6
-------	-----	------	------	-----	-----	-----	------	------	------	-----	-----	-----

Sector-wise Weibull distributions for roughness length 1,500 m

H	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	°	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
10,0	A	1,4	2,1	2,5	2,8	1,6	2,0	2,3	2,4	2,4	2,2	1,1	1,2
	k	1,63	1,85	2,33	1,96	1,54	1,57	2,00	2,02	1,71	1,43	0,99	1,08
	U	1,29	1,86	2,26	2,45	1,43	1,77	2,03	2,11	2,16	1,98	1,09	1,12
	E	3	8	12	18	5	9	10	11	14	14	5	4
25,0	A	2,2	3,2	3,9	4,2	2,4	3,0	3,5	3,6	3,7	3,3	1,7	1,8
	k	1,72	1,95	2,45	2,04	1,62	1,65	2,11	2,12	1,79	1,50	1,04	1,13
	U	1,96	2,82	3,42	3,70	2,17	2,68	3,08	3,19	3,28	3,00	1,66	1,69
	E	10	27	39	58	15	28	32	36	46	45	15	13
50,0	A	2,8	4,1	4,9	5,3	3,1	3,9	4,5	4,6	4,7	4,3	2,2	2,3
	k	1,84	2,10	2,64	2,17	1,74	1,78	2,27	2,29	1,93	1,61	1,11	1,21
	U	2,51	3,62	4,39	4,72	2,78	3,44	3,95	4,09	4,20	3,84	2,12	2,17
	E	20	53	79	114	29	54	64	71	90	85	27	25
100,0	A	3,6	5,1	6,2	6,6	3,9	4,9	5,6	5,8	5,9	5,4	2,9	3,0
	k	2,08	2,37	2,99	2,42	1,97	2,02	2,58	2,59	2,17	1,81	1,24	1,35
	U	3,15	4,54	5,51	5,88	3,50	4,33	4,96	5,14	5,26	4,81	2,66	2,72
	E	35	94	144	202	51	94	115	128	158	145	43	39
200,0	A	4,4	6,4	7,7	8,2	4,9	6,1	7,0	7,2	7,4	6,7	3,5	3,7
	k	2,06	2,35	2,94	2,41	1,94	1,98	2,53	2,55	2,16	1,81	1,24	1,35
	U	3,90	5,63	6,88	7,29	4,38	5,42	6,21	6,42	6,53	5,97	3,30	3,37
	E	68	180	284	385	102	188	230	252	303	277	83	76



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 03: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	1
2. AEROGENERADORES	2
2.1 CLASE DE LOS AEROGENERADORES	2
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS AEROGENERADORES.....	3
3. POTENCIAL EÓLICO DE LA ZONA	3
4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	4
4.1 INTRODUCCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	4
4.2 EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	4
4.2.1 INTRODUCCIÓN	4
4.2.2 RESULTADOS Y PUNTUACIONES.....	5
4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA	6
4.3.1 DATOS DE PARTIDA.....	6
4.3.2 INDICADORES ECONÓMICOS.....	7
4.3.3 RESULTADOS Y PUNTUACIONES.....	8
4.4 EVALUACIÓN DE AFECCIONES.....	8
5. ANÁLISIS MULTICRITERIO	9
<u>APÉNDICE 1: CÁLCULO DE PRODUCCIONES ANUALES</u>	<u>11</u>
<u>APÉNDICE 2: CÁLCULOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</u>	<u>19</u>
<u>APÉNDICE 3: ESTUDIO RENTABILIDAD FUSTE DE HORMIGÓN</u>	<u>26</u>



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES:

La elaboración del presente estudio de alternativas tiene lugar con motivo de la realización del proyecto fin de carrera titulado Parque Eólico en Pantín. El objeto del estudio es la evaluación y comparación de las distintas alternativas consideradas, para finalmente seleccionar la más adecuada.

Este estudio se centrará en la evaluación de tres campos elementales:

- Evaluación de la producción
- Evaluación económica
- Evaluación de afecciones

En cada evaluación se otorgará un valor numérico a cada alternativa expresando su eficacia o adecuación según el criterio con el que se analizan. La puntuación estará correspondida entre 1 y 5 donde:

- 1 = Alternativa más desfavorable o inadecuada
- 5 = Alternativa más favorable o adecuada

En la evaluación de la producción se empleará información expuesta en el Anejo 02 "Estudio del recurso eólico" a fin de obtener la energía capaz de producir cada alternativa expuesta.

En la evaluación económica se analizará la inversión de cada alternativa partiendo de las producciones de cada configuración y realizando hipótesis sobre ciertos parámetros económicos.

Y por último, se analizarán las diferentes afecciones que las diferentes alternativas puedan originar. Entre estas se incluyen la incidencia sobre núcleos de población, diferentes afecciones medioambientales, orografía y condiciones de accesibilidad.

Para la realización de este estudio se dispone de la siguiente documentación:

- Estudio del recurso eólico, recogido en el Anejo 02
- Plan Sectorial Eólico de Galicia
- Cartografía 1:5000 de la Xunta de Galicia
- Cartografía 1:25000 del Instituto Geográfico Nacional
- Ley 8/2009 por la que se regula el aprovechamiento eólico en Galicia
- IEC-61400-1: *Wind Turbine Generator (WTG) Classes*
- IEC-61400-1 ed.3: *Wind turbines, Design requirements*

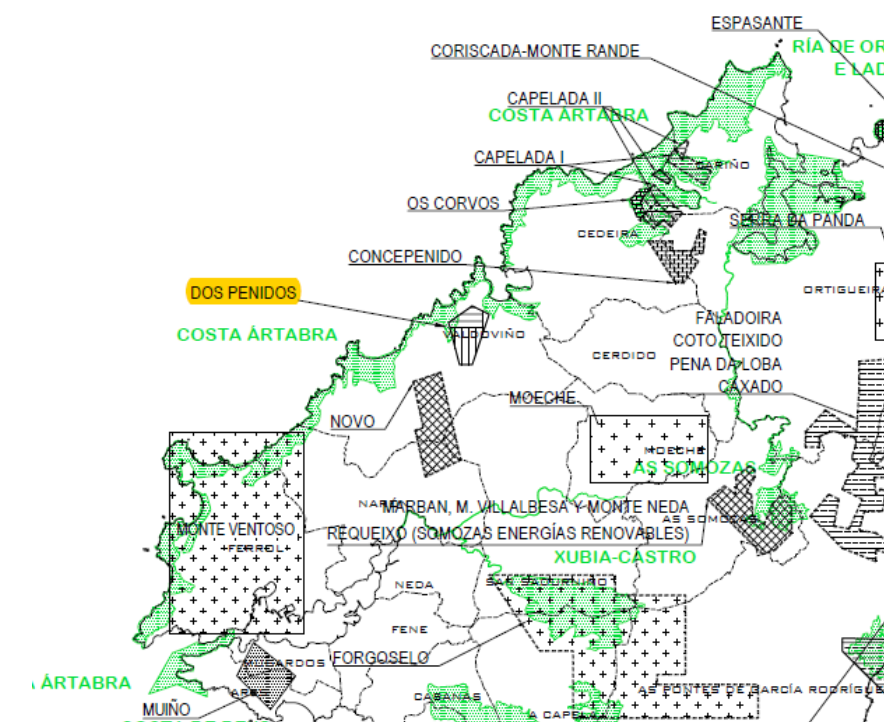
- CECM, nº52 *Recommandations pour le calcul des effets du vent sur les constructions*
- Catálogos aerogeneradores y fichas técnicas de los mismos (windpower.net)
- Manual Wasp 11
- *Análisis de generación eólica en sistemas eléctricos de potencia*. Energuia.com
- Publicaciones de la Asociación Empresarial Eólica y la Comisión Nacional de los Mercados y Competencia.
- Órdenes IET del MINETUR
- RD 413/2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

En el presente proyecto de fin de grado se plantea la instalación de un aprovechamiento eólico en el área de desenvolvimiento eólico (ADE) nombrada en el Plan Sectorial Eólico de Galicia como "Dos Penidos".

Los factores más influyentes en la configuración de las distintas alternativas son:

- Los aprovechamientos eólicos en Galicia han de situarse en zonas registradas como "área de desenvolvimiento eólico" (ADE) en el Plan Sectorial Eólico de Galicia. En concreto, la actuación descrita en este proyecto se sitúa en la zona conocida como "Dos Penidos" en Pantín.



Áreas de Desenvolvimiento Eólico de Galicia 1. Inega



- El **recurso eólico** de la zona. Este factor determinará las zonas de mayor producción energética, que será donde se emplazarán los aerogeneradores. Este factor aparece desarrollado en el Anejo 02 del presente proyecto.
- La **orografía** en la zona de actuación. Este factor nos determinará los emplazamientos de aerogeneradores, la subestación, el trazado de los viales del parque así como los movimientos de tierra necesario para la construcción de dichos elementos.
- Las **características técnicas del aerogenerador**: Su clase, curva de potencia, diámetro de rotor, altura de buje... Todas estas características han de ser las adecuadas para el emplazamiento del aerogenerador. La clase viene dada por la velocidad media y de referencia, así como el índice de turbulencia del viento. La curva de potencia indica la producción energética en función del comportamiento del viento. El diámetro del rotor define la superficie de barrida de los aerogeneradores y el espacio mínimo que ha de haber entre ellos debido al efecto estela y turbulencias creadas. Las dimensiones de dichos aerogeneradores también condicionarán la geometría de los viales de acceso debido al transporte de los mismos.
- La **incidencia en núcleos de población**: El PSEGA limita la separación entre aerogeneradores y suelo de núcleo rural, urbanizable o urbano a 500m como mínimo.
- Las **afecciones medioambientales** del proyecto han de minimizarse, ajustando en la medida de lo posible los viales de acceso al parque al terreno evitando así grandes movimientos de tierras.
- La **accesibilidad**. Por el perímetro de la zona elevada, donde se situará el parque eólico, discurre la carretera AC-566 perteneciente a la Red Primaria Básica convencional de la Red Autonómica de Galicia. La geometría de la misma será la que determine la longitud máxima de pala de los posibles aerogeneradores ya que esta pieza no se puede dividir para su transporte. Esta carretera está conectada a la autovía AG-64

2. AEROGENERADORES

2.1 CLASE DE LOS AEROGENERADORES

Los aerogeneradores están sujetos a las condiciones ambientales y eléctricas que pueden afectar su carga, durabilidad y operación. Con el objetivo de proveer el nivel apropiado de protección contra daños de todo tipo durante la vida útil planeada surge las clases de seguridad de la IEC-61400 donde se perfilan las exigencias mínimas de seguridad para aerogeneradores o sistemas de generador de turbina de viento (WTGS).

Las condiciones externas a ser consideradas en la elección de un aerogenerador son dependientes del emplazamiento. Las clases de seguridad son definidas en términos de velocidad de viento y parámetros de turbulencia, pues la distribución de la velocidad del viento

en el emplazamiento es significativa porque determina la frecuencia de ocurrencia de las condiciones individuales de carga.

La norma IEC-61400-1 *Wind turbine generator systems – Part 1 Safety Requirements* identifica cuatro tipos diferentes de turbinas de viento para ajustarse a diferentes condiciones de viento. Y para incluir sitios donde las condiciones de viento no conforman a ninguna de las clases descritas, una quinta clase es definida para en la cual los parámetros de viento deben ser definidos por el fabricante (clase S).

Parámetros de la Velocidad del Viento para Clases de Turbinas de Viento

Parámetro	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase S
Velocidad de referencia, U_{ref} (m/s)	50.00	42.50	37.50	30.0	
Velocidad anual promedio, U_{ave} (m/s)	10.00	8.50	7.50	6.00	Valores a ser especificados por el diseñador
A Alta Intensidad de turbulencia a 15m/s I_{15}	0.18	0.18	0.18	0.18	
Turbulencia Parámetro de la pendiente α	2.00	2.00	2.00	2.00	
B Baja Intensidad de turbulencia a 15m/s I_{15}	0.16	0.16	0.16	0.18	
Turbulencia Parámetro de la pendiente α	3.00	3.00	3.00	3.00	
50 year return gust speed, $1.4U_{ref}$ (m/s)	70.0	59.5	52.5	42.0	
1 year return gust speed, $1.05U_{ref}$ (m/s)	52.5	44.6	39.4	31.5	

La *velocidad de referencia* V_{ref} es definida como la media de 10 minutos de la velocidad del viento a la altura del buje con un período de retorno de 50 años. Una turbina diseñada para una clase con una velocidad de referencia V_{ref} es diseñada para soportar climas por los cuales la velocidad de viento promedio extrema de 10 min con un período de retorno de 50 años a la altura del buje es menor o igual que V_{ref} .

Dada la limitación en el tiempo de los registros de datos del viento, no es posible una estimación por extrapolación del valor de la velocidad de referencia V_{ref} . Por lo cual se han seguido las recomendaciones para el cálculo de los efectos del viento sobre las construcciones CECM nº52, que estima la velocidad de referencia a 10 metros sobre el nivel del suelo V_{ref} en 28 m/s. Este valor también es recomendado por la IAP y el CTE ofrece un valor similar (29m/s).

El parámetro *velocidad promedio* V_{ave} se refiere a la velocidad media del viento a la altura del aerogenerador. Los registros ofrecen datos medidos a 10m, por lo que se extrapolarán dichos datos a otras alturas mediante la Ley de Prandtl:

$$v(z) = \frac{v}{k} * \ln \left(\frac{h}{z_0} \right)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \ln \frac{\frac{h_2}{z_0}}{\ln \frac{h_1}{z_0}}$$



Por lo tanto a partir de la velocidad media proporcionada por el programa Wasp 11 (indicada en el apéndice final del Anejo 02) y la velocidad básica indicada por las normas obtendremos mediante la ley de Prandtl diferentes valores para distintas alturas; lo que nos permitirá conocer la clase de seguridad necesaria para nuestro emplazamiento y poder elegir así varios modelos de aerogeneradores para el análisis de alternativas.

	$V_{ref}(10m) = 28m/s$	$V_{ave}(10m) = 3,4m/s$
Altura	$V_{ref}(z_0=0,4)$	$V_{ave}(z_0=0,4)$
80	44,68	5,43
90	45,68	5,55
100	46,57	5,65
110	47,37	5,75
120	48,10	5,84
130	48,78	5,92
140	49,40	6,00

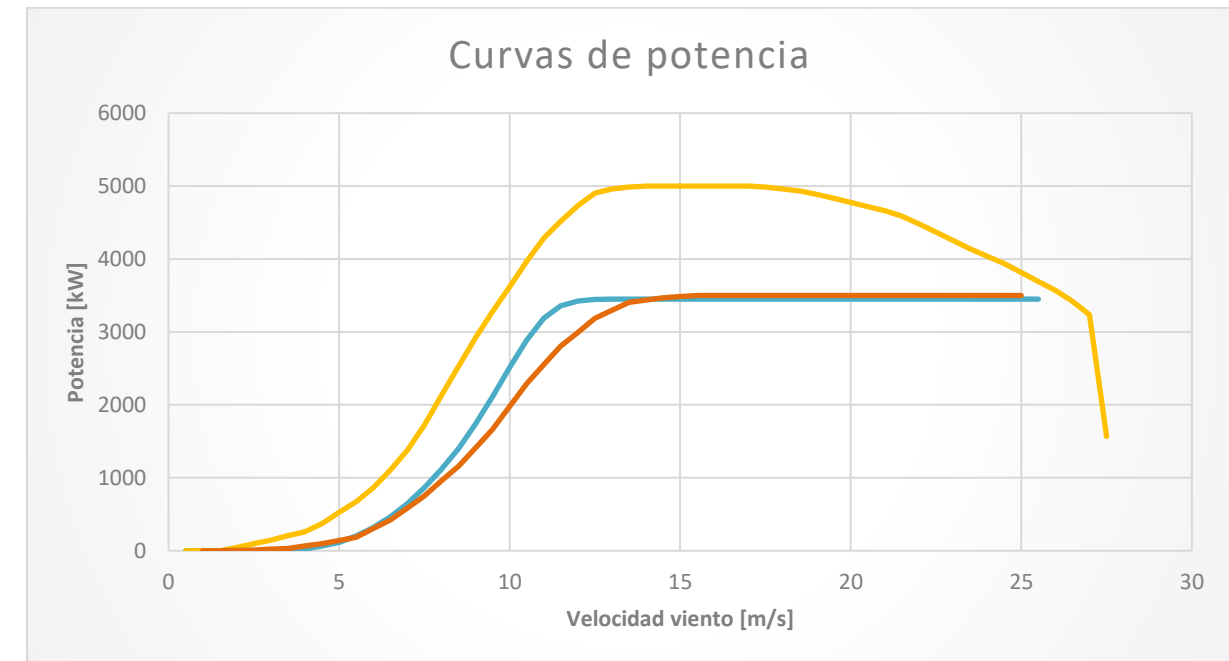
Para el análisis de la velocidad media, se ha situado una turbina de 100m de altura en la zona más elevada. Los valores de velocidad media en la parte más alta del fuste rondaban los 10 m/s por lo que nos encontramos en una **clase IEC I**

El último parámetro necesario para establecer la clase de aerogenerador necesario es la *intensidad de turbulencia a 15m/s*, que es la suma del valor medio de la turbulencia del viento y de la desviación típica de esta, medida en periodos de 10 minutos para una velocidad de 15 m/s. En un cálculo rápido aplicado a las medidas de viento superiores a 10m/s obtenidas de la estación, resulta un índice de 0,183. Por lo tanto, ya que esta decrece con la altura, podemos esperar valores más pequeños a la altura de los bujes. De todos modos, para estar del lado de la seguridad, se elige la clase de aerogeneradores **IEC IA**.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS AEROGENERADORES

Para la configuración de las alternativas se han elegido 3 tipos de aerogeneradores de clase IEC IA. Ya que esta clase se corresponde a las condiciones de viento más exigentes no existe una amplia variedad de aerogeneradores entre los que elegir. Se han elegido 3 modelos entre los de mayor potencia del mercado con una comercialización fiable, si bien existen modelos de mayor potencia; estos aún están en fase de experimentación o han salido hace poco al mercado y aún presentan problemas.

Modelo	Desarrollador	Potencia	Altura buje	ϕ Rotor	Área barrido
G-128	Gamesa	5,00 MW	81m	128m	12868 m ²
V-112	Vestas	3,45 MW	94m	112m	9852 m ²
E-101E2	Enercon	3,50 MW	74m	101m	8011,8 m ²



Curvas de potencia de los aerogeneradores.

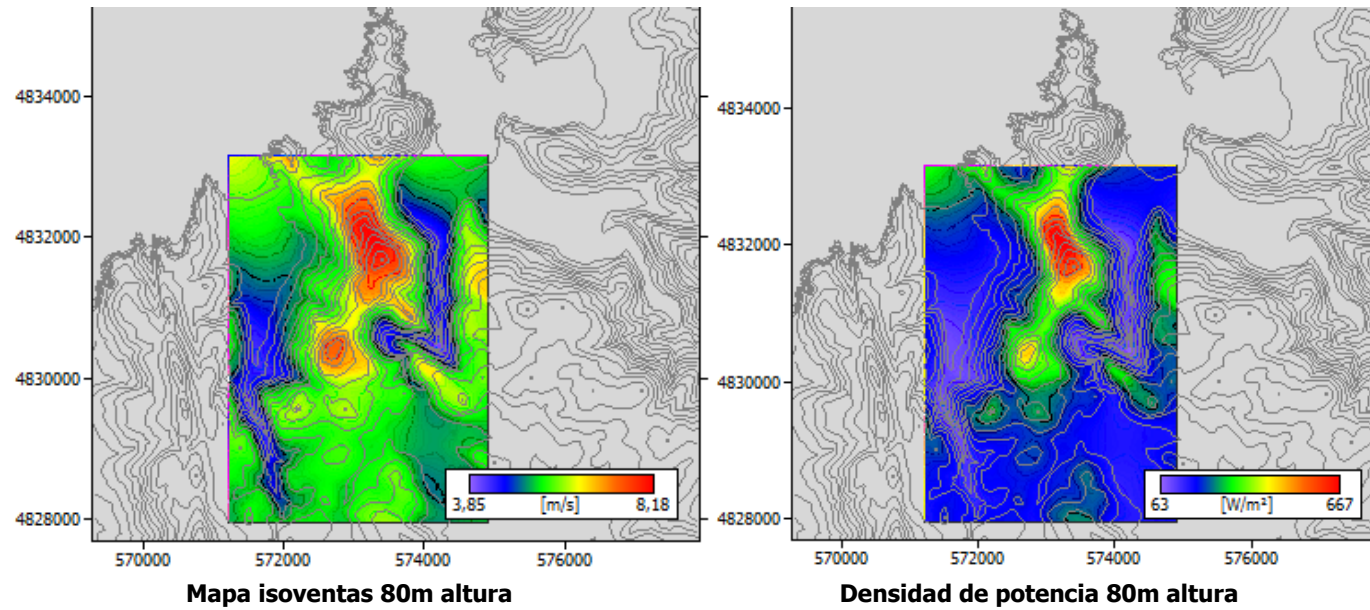
3. POTENCIAL EÓLICO DE LA ZONA

Empleando el campo de vientos modelizado en el Anejo 02 Estudio del Recurso Eólico, decidiremos los mejores emplazamientos para los aerogeneradores, siendo estos las zonas donde la velocidad del viento es mayor. La malla calculada en dicho anejo estaba situada a 80m de altitud, valor comprendido entre las alturas de buje de los 3 modelos.

Un factor muy importante en el estudio de la ubicación de los aerogeneradores es la distancia que deben separarse unos de otros. La Asociación Eólica de Galicia indica que la separación mínima ha de ser entre 5 y 9 diámetros de rotor en la dirección de los vientos dominantes y entre 3 y 5 diámetros de rotor en la dirección perpendicular. Cabe recordar que la dirección predominante del viento es SO-NE. Dichas distancias expresadas en metros son las siguientes:

G-128		V-112		E-101 E2	
640-1152	384-640	560-1008	336-560	505-909	303-505
//	⊥	//	⊥	//	⊥

A continuación se presentan los mapas de isoventas y densidad de potencia con los que se decidirán los emplazamientos indicado en el siguiente apartado:



4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

4.1 INTRODUCCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

El hecho de que la zona de aprovechamiento eólico esté rodeada por núcleos de población limita el espacio disponible para el emplazamiento de los aerogeneradores. Si a esto le sumamos las distancias mínimas recomendadas entre ellos, se ha llegado a la conclusión de que todas las alternativas estarán compuestas por 2 aerogeneradores. El emplazamiento será el mismo para todas las configuraciones, correspondiéndose con las dos cumbres de la elevación conocidas como A Gatos (emplazamiento 1) y Coto dos Penidos (emplazamiento 2).

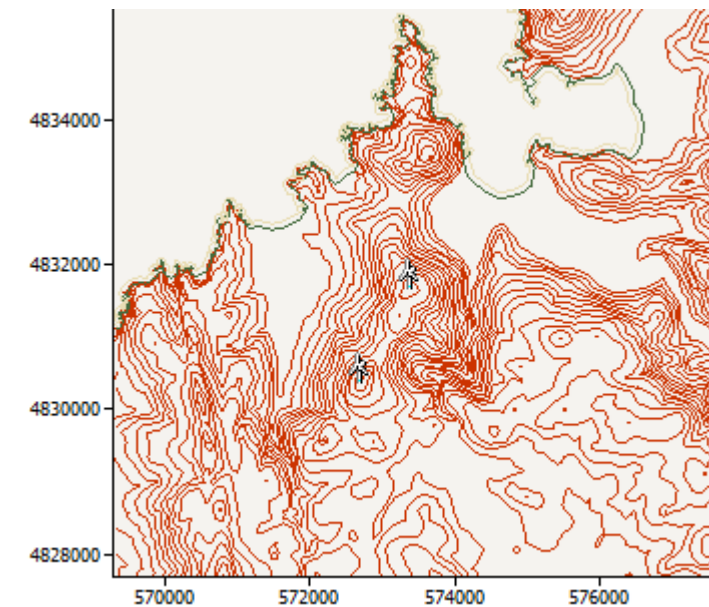
	Situación	Cota (m)	Separación (m)
Emplazamiento 1	(573399,85, 4831699,40)	260	1737
Emplazamiento 2	(572644,75, 4830377,23)	287	

Las 3 alternativas propuestas son las siguientes:

- Alternativa 1: Parque eólico con 2 aerogeneradores GAMESA G-128 5.0 MW con altura de buje 81m.

- Alternativa 2: Parque eólico con 2 aerogeneradores VESTAS V-112 3.45 MW con altura de buje 94m
- Alternativa 3: Parque eólico con 2 aerogeneradores ENERCON E-101 E2 3.50 MW con altura de buje 74m.

La situación de los aerogeneradores para todas las alternativas será la siguiente:



Podemos comprobar también como la separación entre ambos emplazamientos cumple las separaciones recomendadas por la AEG:

Separación en diámetros de rotor	
Alternativa 1	11,5
Alternativa 2	13,1
Alternativa 3	14,5

4.2 EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

4.2.1 Introducción

Una vez indicadas las alternativas, se evalúa las producciones de cada una con el programa Wasp 11. En el manual del mismo se estipulan el procedimiento y ecuaciones usadas para el cálculo.

El programa calcula el total de la producción de energía como la suma de la producción de todos los sectores. Una vez la curva de potencia $P(u)$ es introducida para un aerogenerador y la función de densidad de probabilidad de la velocidad de viento a la altura de buje para cada emplazamiento es determinada la producción puede ser estimada como:

$$P = \int_0^{\infty} \text{Pr}(u) P(u) du$$



Donde:

- $P(u)$ es la función de densidad de probabilidad de la velocidad de viento, aproximada a una función Weibull en cada sector:

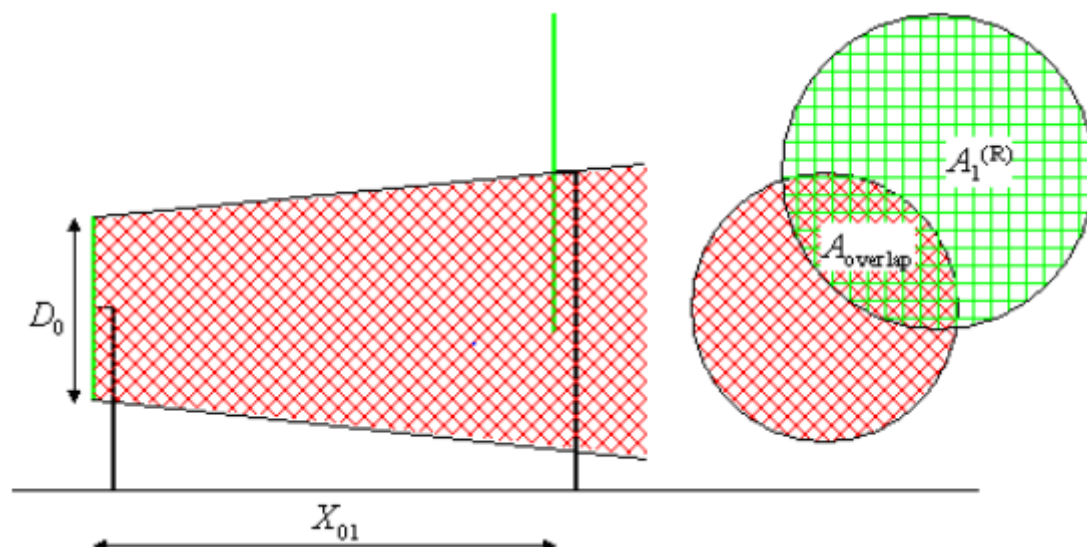
$$P = \int_0^\infty \left(\frac{k}{A}\right) \left(\frac{u}{A}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{u}{A}\right)^k\right) P(u) du$$

- $P(u)$ es la curva de potencia de cada aerogenerador. Las curvas actuales son bastante suaves y pueden ser bien aproximadas por una función lineal a intervalos con unos cuantos nodos. Usando esta aproximación:

$$P(u) = \frac{P_{i+1} - P_i}{U_{i+1} - U_i} (u - u_i) + P_i$$

La presencia de otros aerogeneradores genera pérdidas en lo que se conoce como efecto estela. El programa Wasp utiliza la teoría del déficit de impulso para predecir el campo de flujo de una manera muy simple. Se supone que la estela se expande de forma lineal detrás del rotor. Por lo tanto las únicas variables son el déficit de velocidad inicial al inicio de la estela (evaluado por el coeficiente C_t de la turbina a la velocidad real del viento) y la constante de decaimiento de la estela.

El campo de flujo y la geometría del parque eólico usado por el modelo para calcular la salida del aerogenerador se indica en la siguiente ilustración:



El déficit efectivo de la velocidad de viento en el aerogenerador se calcula usando la siguiente ecuación:

$$\delta V_{01} = U_0 (1 - \sqrt{1 - C_t}) \left(\frac{D_0}{D_0 + 2kX_{01}} \right)^2 \frac{A_{overlap}}{A_1^{(R)}}$$

Donde U_0 es la velocidad de viento sin perturbación en la turbina de barlovento con diámetro de rotor D_0 , C_t el coeficiente de empuje, X_{01} la distancia horizontal entre los aerogeneradores y k la constante de decaimiento de la estela.

El programa calculará una producción bruta a la que aplicará una pérdida energética por efecto estela obteniendo una producción neta. A ésta, aplicaremos un coeficiente corrector por densidad de aire ya que las curvas de los aerogeneradores vienen indicada para una densidad de 1.225 kg/m³ y, como ya se ha calculado, la densidad del aire en la zona es de 1,174 kg/m³.

Las pérdidas de los parques eólicos se suelen dar por niveles de tensión. Las pérdidas de los transformadores principales del parque se asignan al nivel de alta tensión. Las pérdidas de los cables se asignan al nivel de media tensión y, por último las pérdidas de los transformadores MT/BT de los aerogeneradores se asignan al nivel de baja tensión junto con las pérdidas de los generadores. Se establecen unas pérdidas de energía de 3% de la energía producida y una disponibilidad de los equipos de 98%.

4.2.2 Resultados y puntuaciones

En las siguientes tablas se muestran los resultados de producción para cada alternativa:

Alternativa	A1	A2	A3
Potencia instalada (MW)	10	6,9	7
Producción bruta (MWh)	37894	24449	21821
Pérdidas por efecto estela	0.57%	0.51%	0.44%
Producción neta (MWh)	37679	24325	21725
Corrección densidad aire	36110,32	23312,29	20820,53
Indisponibilidad (2%)	722,21	466,25	416,41
Pérdidas energía (3%)	1083,31	699,37	624,62
Producción total (MWh)	34304,81	22146,67	19779,50
Horas equivalentes	3430,48	3209,66	2825,64



Un dato obtenido de especial interés es el de horas equivalentes. En los parques eólicos instalados recientemente, este valor ronda las 3000 horas. Dado que los valores resultantes son parecidos, podemos concluir que las alternativas tienen una buena producción y el cálculo de las mismas parece correcto.

Para finalizar la evaluación de las producciones, se establecen las puntuaciones para cada configuración. Datos y parámetros más precisos sobre la producción de cada aerogenerador están adjuntados al final del presente anejo.

Alternativa	A1	A2	A3
Evaluación de la Producción	5	4	2

Las alternativas 1 y 2 son puntuadas con más de la mitad del rango de puntuaciones (1-5) ya que el valor de horas equivalente supera el valor habitual expresado en el párrafo superior. Por la misma razón la alternativa 3 ha sido puntuada con un dígito menor.

4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Otro criterio con el que compararemos las diferentes alternativas está constituido por el siguiente análisis de la inversión que supondría cada una. El intervalo de tiempo del estudio será 20 años ya que es la vida útil estimada del parque siendo también el valor mínimo para la aplicación de determinadas normas como la clasificación de seguridad de los aerogeneradores.

Los pilares fundamentales de este estudio son:

- El coste de los aerogeneradores, que formará la mayor parte de la inversión inicial del parque eólico.
- La producción energética estimada para cada alternativa, la cual nos determinará la facturación anual.

Partiendo de estos parámetros se estiman otros parámetros económicos necesarios para el estudio. Por último se utilizan los indicadores TIR, VAN y el periodo de retorno para comparar las alternativas según el criterio económico.

4.3.1 Datos de partida

Se exponen a continuación los parámetros económicos considerados (e hipótesis para la estimación de los mismos) necesarios para la realización de la valoración económica:

Costes de inversión

La mayor parte de la inversión inicial en un parque eólico está constituida por la compra de los aerogeneradores. También pertenecen a la inversión inicial las partes correspondientes a la obra civil, equipos eléctricos, instalación y conexión a la red, estudios previos, costes de ingeniería, permisos, licencias, seguros, etc. No se han podido conseguir los precios de los aerogeneradores por parte de los fabricantes, así que se estiman unos valores a partir de parques ya existentes. El valor habitual para los aerogeneradores que se están instalando actualmente es el de 1 millón de euros por MW. El aerogenerador de Enercon es el único que opera sin caja de cambio (transmisión directa) y estableceremos un coste de 1.100.000 euros por MW. En la siguiente tabla se presentan las inversiones iniciales, en euros, para cada alternativa explicadas más detalladamente al final del presente anejo:

Alternativa	A1	A2	A3
Coste total inversión (€)	13.259.683,34	9.876.961,79	10.749.922,19

Se han obtenido estos valores suponiendo estos costes:

- Obra civil: 1.000.000€
- Licencias: 3,5% del P.E.M.
- Ingeniería del proyecto 75.000€

Ingresos

Los ingresos provienen de la venta de la energía producida. Para facilitar los cálculos se considera que durante el año 0 no se produce energía, empezando la explotación del parque al año siguiente. Se considera el impuesto de sociedades de carácter general siendo éste el 25% del resultado contable.

Desde la Reforma Energética de 2013 el cálculo de las retribuciones se ha complicado bastante y su determinación para este proyecto supondría la realización de muchas hipótesis.

El cálculo de las retribuciones viene expuesto en el Real Decreto 413/2014, complementado con las correspondientes órdenes IET, a partir del cual se eliminaron las primas a la producción para pasar a incentivar la inversión.

Para calcular la retribución específica se considera una instalación tipo, los ingresos pasados por la venta de la energía generada valorada al precio del mercado de producción, los costes de explotación medios necesarios para realizar la actividad y el valor de la inversión inicial de la instalación tipo, todo ello para una "empresa eficiente y bien gestionada" según el criterio establecido por el regulador.



Por lo tanto, para una instalación tipo se consideraran retribución a la inversión, retribución a la operación, incentivo a la inversión por reducción del coste de generación, vida útil regulatoria, número de horas de funcionamiento máximas, límites anuales superiores e inferiores del precio de mercado y otros muchos parámetros retributivos (todos ellos necesarios para el cálculo) como el valor estándar de la inversión inicial, la estimación del precio de mercado diario, el número de horas de funcionamiento de la instalación, la estimación del ingreso futuro por la participación en el mercado de producción, la estimación del coste futuro de explotación, tasa de actualización de la rentabilidad razonable, etc.

Para facilitar la obtención de los ingresos por energía producida, se toman como documentos de referencia las publicaciones de la Comisión Nacional de los Mercados y Competencia, más concretamente la "Información mensual de estadística sobre las ventas de régimen especial"

En dicho documento se expone la retribución anual total recibida por los productores de energía eléctrica a partir de las fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos en España según tecnología. En este apartado podemos observar el precio medio de la retribución anual para la energía eólica desde 2008, aunque nos centraremos en los datos de 2014, 2015 y 2016; que son los afectados por la Reforma Energética:

En la siguiente tabla se puede observar como la reforma ha perjudicado de forma importante a la retribución aunque esta ha sufrido una recuperación motivada principalmente por la subida del valor de mercado de la energía eléctrica.

	2014	2015	2016	2017	2018
Precio estimado mercado (€/MWh)	48,21	49,52	49,75	51	
Precio medio retribución (cts/kWh)	5,896	7,07	7,49	7,68	7,8

Los precios del mercado provienen de las Órdenes IET del MINETUR, mientras que las retribuciones son datos publicados por la CNMC hasta junio de 2016. Para completar ese año se ha supuesto que hasta junio se vendió el 65% de la energía que se venderá en el año entero. Se ha considerado este porcentaje observando las tablas de generación mensual de energía eólica durante los 5 últimos años publicadas por la AEE. El dato de 2017 se ha extrapolado a partir de los datos de mercado estimados por el MINETUR y a partir de ese año se ha supuesto una subida anual del precio de retribución del 1,5%

Gastos de explotación

Para parte más importante de este apartado, los costes de operación y mantenimiento, se contrata a la empresa fabricante de aerogeneradores convirtiéndose en la responsable de mantener un elevado porcentaje de disponibilidad de los equipos.

Para el presente estudio se han supuesto los siguientes gastos:

- Gastos de operación y mantenimiento: Personal encargado de llevar a cabo la operativa del parque y gastos de mantenimiento. 6€/MWh generado
- Alquiler de terrenos: Pago en concepto de alquiler de los terrenos ocupados por el parque eólico. 1,5€/MWh generado
- Gestión de la explotación y administración 1€/MWh
- Seguros e impuestos. (Canon eólico incluido) 1€/MWh.

Total costes de explotación 0,95c€/kWh

Hay que recordar que disponemos de un modelo de transmisión directa. Aunque este modelo es más caro, su mantenimiento es más simple y, por lo tanto, menos costoso. Para este modelo hemos supuesto unos gastos de operación y mantenimiento de 5€/MWh generado y unos costes de explotación totales de 0,85c€/kWh

Estos costes de explotación en torno al céntimo de euro por kWh producido están en la línea de los datos proporcionados por los informes anuales de producción de la Asociación Empresarial Eólica.

Se considera un aumento anual de estos costes de un 2% para ambos casos.

Fuentes de financiación

Se considera la realización del total de la inversión en el año 0 de la cual el 20% procederá de fondos propios y el 80% de un préstamo a largo plazo con un interés del 6%. Los períodos de amortización de estos préstamos suelen estar comprendidos entre el 50% y el 60% del tiempo de vida útil estimado. En este caso se elige un período de amortización de 12 años durante los cuales la amortización será uniforme con valor residual nulo.

Se considera también la petición de un crédito a corto plazo para la financiación del IVA de la inversión hasta su devolución por parte de Hacienda a final del año 0. En cuanto a la devolución del IVA, las entidades bancarias suelen reintegrar el 90% del total. En este préstamo, dada la cuantía y el tiempo de amortización, se considera un interés del 3%.

4.3.2 Indicadores económicos

Se usan los siguientes indicadores económicos para valorar las alternativas desde el punto de vista económico.



Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto (VAN) consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión y calcular su diferencia. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- F_t son los flujos de caja en cada año n
- I_0 en la inversión realizada en el momento inicial
- k es el tipo de interés exigido a la inversión. En este caso se elige 6%.

Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN). De un modo simple se define como el valor de la tasa de descuento que para un proyecto de inversión dado, hace que el VAN sea igual a 0. La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Payback- Plazo de recuperación

El Payback o Plazo de Recuperación es un método estático para la evaluación de inversiones y se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. El número de años que se tarda en recuperar la inversión es crucial a la hora de decidir si embarcarse en un proyecto o no. Si los flujos de caja no son iguales habrá que ir restando a la inversión inicial los flujos de caja de cada año y si son iguales la fórmula será esta:

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

También se calcularán otros indicadores como el coste por kW instalado y el coste total Kwh.

4.3.3 Resultados y puntuaciones

A continuación se exponen los resultados económicos para cada configuración. Al final del presente anejo se recogen los cálculos intermedios para llegar al siguiente cuadro resumen:

Alternativa	A1	A2	A3
Inversión total (€)	13.259.683,34	9.876.961,79	10.749.922,19
V.A.N. (€)	9.222.227,47	4.594.427,15	2.315.300,44
T.I.R. (%)	12,72%	10,63%	8,22%
Plazo de Recuperación	11 años	13 años	16 años
Coste kW instalado (€)	1.325,97	1.431,44	1.535,70
Coste kWh producido (€)	0,39	0,45	0,54

Dentro de todos los parámetros descritos la rentabilidad de la inversión, representada fundamentalmente por la Tasa Interna de Retorno, será el condicionante principal en la valoración:

Alternativa	A1	A2	A3
Evaluación económica	5	3	2

En esta evaluación, la inversión de la alternativa 1 es más rentable y se recupera en un período de tiempo menor. Por lo tanto es puntuada con la mayor puntuación entre las 3 configuraciones.

4.4 EVALUACIÓN DE AFECCIONES

En el presente apartado se evaluarán las alternativas segundo las afecciones supondrían cada una. Los criterios de evaluación son los restantes factores de especial importancia para la configuración de un parque eólico explicados al principio del presente anejo, pues el recurso eólico y las características de los aerogeneradores ya se analizaron en apartados anteriores.



Orografía

Los aerogeneradores han de situarse en las zonas de potencial eólico más elevado siendo estas zonas las de mayor altitud. Esto provoca que el parque eólico se sitúen en zonas de orografía complicada. Dado que los emplazamientos de las tres alternativas son los mismos, estas son valoradas con la misma puntuación.

Alternativa	A1	A2	A3
Orografía	2	2	2

Incidencia en núcleos de población

Debido a que todas las alternativas deben cumplir la separación mínima entre aerogeneradores y núcleos de población, el espacio resultante para los aerogeneradores queda bastante limitado. El ruido de los aerogeneradores y la altura de los bujes también afecta a los núcleos de población pero dichos efectos se recogen en el siguiente apartado al cual se le asignará un peso de valoración mayor. Dejaremos la distancia a las poblaciones para este apartado pero ya que las alternativas comparten emplazamiento, serán puntuadas iguales de nuevo.

Alternativa	A1	A2	A3
Inc. Núcleos población	3	3	3

Afecciones medioambientales

Dentro de estas afecciones están recogidos factores como el número de aerogeneradores, la altura de los mismos, el diámetro del rotor o el nivel de ruido que provocan. Las alternativas comparten emplazamientos por lo que no habrá distinciones en la puntuación respecto a la situación de los aerogeneradores. La alternativa 1 está formada por 2 aerogeneradores con una altura de buje de 81m y diámetro de rotor 128m, la alternativa 2 cuenta con 2 aerogeneradores con una altura de buje de 94m y diámetro de rotor de 112m y la alternativa 3 está formada por 2 aerogeneradores con una altura de buje de 74m y diámetro de rotor de 101m. En cuanto al nivel de ruido, no se disponen de datos. Por lo tanto, las puntuaciones para las alternativas respecto a los criterios medioambientales son:

Alternativa	A1	A2	A3
Afecciones medio ambiente	3	3	5

El menor diámetro de rotor y altura de buje del modelo de Enercon respecto a los otros dos modelos hacen que la alternativa 3 consiga la mejor puntuación.

Accesibilidad

Para el acceso de las piezas de los aerogeneradores y de los equipo de montaje es indispensable la disposición de viales de acceso desde la carretera ya existente. La posibilidad de usar caminos de monte ya existentes reduciría la afección del vial al entorno. Por lo tanto, este criterio se centra en el impacto que provocarían los viales a la zona. Los viales requeridos dependerán de la longitud de la pala de los aerogeneradores ya que esta parte no se puede dividir para su transporte como el buje (salvo el modelo de Gamesa). Este factor podría incluirse en afecciones medioambientales pero se considera suficientemente importante como para evaluarlo aparte.

Alternativa	A1	A2	A3
Accesibilidad	5	2	3

Las palas del modelo G-128 (62.5m) se pueden dividir en dos módulos, siendo la longitud del módulo mayor 35m. El modelo que le sigue es el V-112 (54,7m). Por último las palas del modelo E-101 E2 no llegan a los 50m.

5. ANÁLISIS MULTICRITERIO

Una vez analizadas las alternativas según todos los criterios, se realiza un análisis multicriterio para averiguar cuál es la alternativa más adecuada en su conjunto.

En el presente proyecto la matriz de decisión donde se exponen las alternativas y los pesos de evaluación con sus pesos correspondientes en la siguiente:

Matriz de decisión				
Criterio	Peso	A1	A2	A3
Producción	0,25	5	4	2
Económico	0,35	5	3	2
Orografía	0,10	2	2	2
Incidencia núcleos población	0,05	3	3	3
Afecciones medio ambiente	0,15	3	3	5
Accesibilidad	0,10	5	2	3



Valoración total		
A1	A2	A3
4,3	3,05	2,6

Por lo tanto la alternativa más adecuada es la Alternativa 1:

Alternativa 1	
Potencia nominal (kW)	5.000
Altura buje	81m
Longitud aspa	62,5m*
Diámetro rotor	128m
Área barrida	12868m²
Número aerogeneradores	2
Potencia instalada (kW)	10.000
Producción anual (GWh)	34,305
Inversión inicial estimada	13.259.683,34 €
VAN	9.222.227,47 €
TIR	12,72%
Plazo recuperación	11 años

*pala modular

	Situación	Cota (m)	Separación (m)
Emplazamiento 1	(573400, 4831700)	267	1737
Emplazamiento 2	(572635, 4830140)	283	

Una vez decidida la alternativa, se realiza un pequeño estudio complementario para decidir si es rentable la construcción de un fuste de hormigón bajo el fuste del propio aerogenerador.

En el estudio se observa que la producción del aerogenerador aumenta gradualmente hasta los 110m de altura, donde la velocidad de viento empieza a provocar un aumento sustancial de las paradas de la turbina.

Los datos del análisis de rentabilidad, así como de la producción, están dispuestos al final de este anejo. En ellos se puede observar que el fuste metálico no proporciona una rentabilidad significativa, teniendo en cuenta que su construcción significa la pérdida de garantía del fuste metálico proporcionado por el fabricante. Además para el estudio se ha supuesto un fuste de hormigón cilíndrico (y no tronco-cónico para facilitar los cálculos) lo que supone un coste de construcción más barato que el real.



APÉNDICE 1: CÁLCULO DE PRODUCCIONES ANUALES

'Alternativa 1' wind farm

Produced by licenced user: Emilio Angel Serantes Carro using WASP version: 11.04.0026.

Summary results

Parameter	Total	Average	Minimum	Maximum
Net AEP [GWh]	37,679	18,839	17,823	19,856
Gross AEP [GWh]	37,894	18,947	17,876	20,018
Wake loss [%]	0,57	-	-	-

Site results

Site	Location	Turbine	Elevation	Height	Net AEP	Wake loss
	[m]		[m a.s.l.]	[m a.g.l.]	[GWh]	[%]
G128 1	(573399,85, 4831699,40)	G 128 5.0 MW	260,1625	81	19,856	0,81
G128 2	(572644,75, 4830377,23)	G 128 5.0 MW	287,4663	81	17,823	0,29

Site wind climates

Site	Location	Height	A	k	U	E	RIX	dRIX
	[m]	[m a.g.l.]	[m/s]		[m/s]	[W/m²]	[%]	[%]
G128 1	(573399,85, 4831699,40)	81	9,0	2,01	7,94	583	11,1	-0,1
G128 2	(572644,75, 4830377,23)	81	8,3	2,04	7,34	453	10,3	-0,9

Calculation of annual output for 'Alternativa 1'

Decay constants: 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075

Sector 1 (0°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	6,0	1,52	2,80	5,39	302,559	302,559	100,0
G128 2	5,6	1,56	2,93	5,07	280,534	280,534	100,0
Sector 1 total	-	-	-	-	583,093	583,093	100,0

Sector 2 (30°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	7,3	2,05	7,23	6,43	1033,516	1033,516	100,0
G128 2	6,4	2,07	6,95	5,66	768,979	716,557	93,18
Sector 2 total	-	-	-	-	1802,494	1750,073	97,09

Sector 3 (60°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	9,9	2,91	17,13	8,87	4221,121	4221,121	100,0
G128 2	8,9	2,88	15,53	7,98	3243,250	3243,250	100,0
Sector 3 total	-	-	-	-	7464,371	7464,371	100,0

Sector 4 (90°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	11,0	2,42	10,72	9,71	2848,722	2848,722	100,0



G128 2	10,6	2,46	12,25	9,44	3163,090	3163,090	100,0
Sector 4 total	-	-	-	-	6011,811	6011,811	100,0

Sector 5 (120°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	6,1	1,96	3,11	5,43	319,352	319,352	100,0
G128 2	6,6	1,89	3,65	5,89	446,834	446,834	100,0
Sector 5 total	-	-	-	-	766,186	766,186	100,0

Sector 6 (150°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	6,8	1,90	3,48	6,04	446,976	446,976	100,0
G128 2	7,3	1,98	4,30	6,44	617,004	617,004	100,0
Sector 6 total	-	-	-	-	1063,980	1063,980	100,0

Sector 7 (180°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	7,8	2,49	7,02	6,91	1131,967	1131,967	100,0
G128 2	7,7	2,49	7,28	6,83	1147,440	1147,440	100,0
Sector 7 total	-	-	-	-	2279,407	2279,407	100,0

Sector 8 (210°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	8,5	2,55	16,68	7,52	3139,039	2976,462	94,82

G128 2	7,8	2,56	16,12	6,92	2596,573	2596,573	100,0
Sector 8 total	-	-	-	-	5735,612	5573,035	97,17

Sector 9 (240°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	9,3	2,17	15,75	8,22	3345,813	3345,813	100,0
G128 2	8,6	2,17	14,44	7,61	2747,586	2747,586	100,0
Sector 9 total	-	-	-	-	6093,398	6093,398	100,0

Sector 10 (270°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	11,3	1,86	9,99	9,99	2493,039	2493,039	100,0
G128 2	9,4	1,90	9,64	8,34	2027,988	2027,988	100,0
Sector 10 total	-	-	-	-	4521,028	4521,028	100,0

Sector 11 (300°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
G128 1	7,5	1,45	3,71	6,81	569,868	569,868	100,0
G128 2	7,4	1,45	4,23	6,72	639,130	639,130	100,0
Sector 11 total	-	-	-	-	1208,998	1208,998	100,0

Sector 12 (330°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
---------	---------	---	-----------	---------	------------	------------	----------



G128 1	4,1	1,04	2,39	4,01	166,285	166,285	100,0
G128 2	4,3	1,10	2,69	4,16	197,316	197,316	100,0
Sector 12 total	-	-	-	-	363,601	363,601	100,0

All Sectors

Turbine	Location	Gross AEP	Net AEP	Efficiency
	[m]	[MWh]	[MWh]	[%]
G128 1	(573399,85, 4831699,40)	20018,256	19855,679	99,19
G128 2	(572644,75, 4830377,23)	17875,724	17823,304	99,71
Wind farm	-	37893,980	37678,981	99,43

'Alternativa 2' wind farm

Summary results

Parameter	Total	Average	Minimum	Maximum
Net AEP [GWh]	24,325	12,162	11,412	12,913
Gross AEP [GWh]	24,449	12,225	11,440	13,009
Wake loss [%]	0,51	-	-	-

Site results

Site	Location	Turbine	Elevation	Height	Net AEP	Wake loss
	[m]		[m a.s.l.]	[m a.g.l.]	[GWh]	[%]
V112 1	(573399,85, 4831699,40)	V-112 3.45 MW	260,1625	94	12,913	0,74
V112 2	(572644,75, 4830377,23)	V-112 3.45 MW	287,4663	94	11,412	0,25

Site wind climates

Site	Location	Height	A	k	U	E	RIX	dRIX
	[m]	[m a.g.l.]	[m/s]		[m/s]	[W/m²]	[%]	[%]
V112 1	(573399,85, 4831699,40)	94	9,1	2,03	8,05	600	11,1	-0,1
V112 2	(572644,75, 4830377,23)	94	8,4	2,09	7,46	465	10,3	-0,9



Calculation of annual output for 'Alternativa 2'

Decay constants: 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075

Sector 1 (0°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	6,2	1,51	2,82	5,56	187,174	187,174	100,0
V112 2	5,8	1,56	2,95	5,23	169,480	169,480	100,0
Sector 1 total	-	-	-	-	356,654	356,654	100,0

Sector 2 (30°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	7,3	2,07	7,26	6,45	615,614	615,614	100,0
V112 2	6,6	2,10	7,02	5,82	457,708	429,195	93,77
Sector 2 total	-	-	-	-	1073,322	1044,809	97,34

Sector 3 (60°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	10,1	2,98	17,13	8,99	2819,525	2819,525	100,0
V112 2	9,1	2,96	15,66	8,11	2129,025	2129,025	100,0
Sector 3 total	-	-	-	-	4948,550	4948,550	100,0

Sector 4 (90°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	11,1	2,48	10,66	9,82	1909,820	1909,820	100,0
V112 2	10,7	2,52	12,08	9,54	2094,830	2094,830	100,0
Sector 4 total	-	-	-	-	4004,650	4004,650	100,0

Sector 5 (120°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	6,2	2,01	3,10	5,50	176,580	176,580	100,0
V112 2	6,7	1,94	3,59	5,91	252,088	252,088	100,0
Sector 5 total	-	-	-	-	428,668	428,668	100,0

Sector 6 (150°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	6,9	1,94	3,48	6,15	268,409	268,409	100,0
V112 2	7,4	2,03	4,25	6,52	371,840	371,840	100,0
Sector 6 total	-	-	-	-	640,250	640,250	100,0

Sector 7 (180°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	7,9	2,55	7,06	7,05	708,776	708,776	100,0
V112 2	7,9	2,56	7,33	6,97	715,569	715,569	100,0
Sector 7 total	-	-	-	-	1424,345	1424,345	100,0

Sector 8 (210°)



Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	8,6	2,62	16,77	7,65	2017,313	1921,323	95,24
V112 2	8,0	2,62	16,29	7,07	1638,797	1638,797	100,0
Sector 8 total	-	-	-	-	3656,110	3560,120	97,37

Sector 9 (240°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	9,4	2,23	15,68	8,33	2182,011	2182,011	100,0
V112 2	8,7	2,23	14,45	7,74	1776,868	1776,868	100,0
Sector 9 total	-	-	-	-	3958,879	3958,879	100,0

Sector 10 (270°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	11,5	1,86	9,94	10,21	1668,492	1668,492	100,0
V112 2	9,5	1,94	9,50	8,44	1313,120	1313,120	100,0
Sector 10 total	-	-	-	-	2981,612	2981,612	100,0

Sector 11 (300°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	7,6	1,44	3,71	6,87	358,773	358,773	100,0
V112 2	7,6	1,44	4,19	6,86	404,119	404,119	100,0
Sector 11 total	-	-	-	-	762,892	762,892	100,0

Sector 12 (330°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
V112 1	4,1	1,04	2,39	4,05	96,653	96,653	100,0
V112 2	4,4	1,10	2,69	4,26	116,712	116,712	100,0
Sector 12 total	-	-	-	-	213,365	213,365	100,0

All Sectors

Turbine	Location	Gross AEP	Net AEP	Efficiency
	[m]	[MWh]	[MWh]	[%]
V112 1	(573399,85, 4831699,40)	13009,139	12913,148	99,26
V112 2	(572644,75, 4830377,23)	11440,158	11411,644	99,75
Wind farm	-	24449,296	24324,792	99,49



'Alternativa 3' wind farm

Summary results

Parameter	Total	Average	Minimum	Maximum
Net AEP [GWh]	21,725	10,863	10,115	11,610
Gross AEP [GWh]	21,821	10,911	10,136	11,685
Wake loss [%]	0,44	-	-	-

Site results

Site	Location	Turbine	Elevation	Height	Net AEP	Wake loss
	[m]		[m a.s.l.]	[m a.g.l.]	[GWh]	[%]
E101 E2 1	(573399,85, 4831699,40)	E 101 E2 3.50MW	260,1625	74	11,610	0,64
E 101 E2 2	(572644,75, 4830377,23)	E 101 E2 3.50MW	287,4663	74	10,115	0,21

Site wind climates

Site	Location	Height	A	k	U	E	RIX	dRIX
	[m]	[m a.g.l.]	[m/s]		[m/s]	[W/m²]	[%]	[%]
E101 E2 1	(573399,85, 4831699,40)	74	8,9	1,99	7,86	571	11,1	-0,1
E 101 E2 2	(572644,75, 4830377,23)	74	8,2	2,02	7,26	444	10,3	-0,9

Calculation of annual output for 'Alternativa 3'

Decay constants: 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075 0,075

Sector 1 (0°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	5,9	1,52	2,79	5,30	158,907	158,907	100,0
E 101 E2 2	5,5	1,56	2,92	4,98	142,004	142,004	100,0
Sector 1 total	-	-	-	-	300,911	300,911	100,0

Sector 2 (30°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	7,2	2,03	7,21	6,36	556,106	556,106	100,0
E 101 E2 2	6,3	2,05	6,90	5,57	380,895	359,803	94,46
Sector 2 total	-	-	-	-	937,001	915,909	97,75

Sector 3 (60°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	9,9	2,87	17,12	8,78	2488,931	2488,931	100,0
E 101 E2 2	8,9	2,83	15,45	7,89	1819,737	1819,737	100,0
Sector 3 total	-	-	-	-	4308,667	4308,667	100,0

Sector 4 (90°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	10,9	2,39	10,76	9,65	1763,166	1763,166	100,0



E 101 E2 2	10,6	2,42	12,35	9,37	1949,492	1949,492	100,0
Sector 4 total	-	-	-	-	3712,658	3712,658	100,0

Sector 5 (120°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	6,1	1,93	3,11	5,38	162,876	162,876	100,0
E 101 E2 2	6,6	1,86	3,68	5,87	243,870	243,870	100,0
Sector 5 total	-	-	-	-	406,746	406,746	100,0

Sector 6 (150°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	6,7	1,87	3,47	5,98	239,399	239,399	100,0
E 101 E2 2	7,2	1,96	4,32	6,38	339,570	339,570	100,0
Sector 6 total	-	-	-	-	578,969	578,969	100,0

Sector 7 (180°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	7,7	2,45	6,99	6,83	606,002	606,002	100,0
E 101 E2 2	7,6	2,46	7,26	6,74	609,744	609,744	100,0
Sector 7 total	-	-	-	-	1215,746	1215,746	100,0

Sector 8 (210°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	8,4	2,51	16,62	7,45	1747,832	1673,085	95,72

E 101 E2 2	7,7	2,52	16,01	6,82	1374,561	1374,561	100,0
Sector 8 total	-	-	-	-	3122,393	3047,646	97,61

Sector 9 (240°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	9,2	2,14	15,80	8,15	1979,266	1979,266	100,0
E 101 E2 2	8,5	2,14	14,43	7,53	1572,797	1572,797	100,0
Sector 9 total	-	-	-	-	3552,063	3552,063	100,0

Sector 10 (270°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	11,1	1,86	10,03	9,87	1561,402	1561,402	100,0
E 101 E2 2	9,3	1,87	9,73	8,27	1226,600	1226,600	100,0
Sector 10 total	-	-	-	-	2788,003	2788,003	100,0

Sector 11 (300°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
E101 E2 1	7,4	1,45	3,71	6,75	332,379	332,379	100,0
E 101 E2 2	7,3	1,45	4,26	6,64	372,315	372,315	100,0
Sector 11 total	-	-	-	-	704,694	704,694	100,0

Sector 12 (330°)

Turbine	A [m/s]	k	Freq. [%]	U [m/s]	MWh (free)	MWh (park)	Eff. [%]
---------	---------	---	-----------	---------	------------	------------	----------



E101 E2 1	4,0	1,05	2,39	3,96	88,586	88,586	100,0
E 101 E2 2	4,3	1,11	2,69	4,11	104,652	104,652	100,0
Sector 12 total	-	-	-	-	193,238	193,238	100,0

All Sectors

Turbine	Location	Gross AEP	Net AEP	Efficiency
	[m]	[MWh]	[MWh]	[%]
E101 E2 1	(573399,85, 4831699,40)	11684,850	11610,103	99,36
E 101 E2 2	(572644,75, 4830377,23)	10136,236	10115,145	99,79
Wind farm	-	21821,086	21725,247	99,56

**APÉNDICE 2: CÁLCULOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.**

EVALUACIÓN DE COSTES DE LAS ALTERNATIVAS	A1	A2	A3
Campaña de medición del recurso eólico y características geotécnicas	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Gestión y documentación técnica previa al proyecto	4.000,00	4.000,00	4.000,00
Gastos de constitución	15.000,00	15.000,00	15.000,00
Total gastos de constitución y de primer establecimiento	79.000,00	79.000,00	79.000,00
Coste aerogenerador	5.000.000,00	3.450.000,00	3.850.000,00
Nº aerogeneradores	2,00	2,00	2,00
Coste total aerogeneradores	10.000.000,00	6.900.000,00	7.700.000,00
Coste infraestructura eléctrica	1.000.000,00	1.000.000,00	1.000.000,00
Obra Civil	1.000.000,00	1.000.000,00	1.000.000,00
Coste llave en mano	12.079.000,00	8.979.000,00	9.779.000,00
Licencias y permisos (3,5% P.E.M.)	422.765,00	314.265,00	342.265,00
Ingeniería Proyecto	75.000,00	75.000,00	75.000,00
Total inversión	12.576.765,00	9.368.265,00	10.196.265,00
Fondos propios (20% total inversión)	2.515.353,00	1.873.653,00	2.039.253,00
Valor préstamo (80% total inversión)	10.061.412,00	7.494.612,00	8.157.012,00
Importe intereses (6%)	603.684,72	449.676,72	489.420,72
Costes financieros a largo plazo	603.684,72	449.676,72	489.420,72
Préstamo para financiar el IVA (21%)	2.641.120,65	1.967.335,65	2.141.215,65
Importe intereses (3%)	79.233,62	59.020,07	64.236,47
Costes financieros a corto plazo	79.233,62	59.020,07	64.236,47
Total inversión inicial	13.259.683,34	9.876.961,79	10.749.922,19

**ALTERNATIVA 1: CONTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN**

ALTERNATIVA 1										
Producción (kWh)		34.304.810,00								
CONTABILIDAD EXPLOTACIÓN										
AÑO	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Precio retribución (€/kWh)		0,07917	0,08036	0,08156	0,08279	0,08403	0,08529	0,08657	0,08787	0,08918
Ventas		2.715.911,81	2.756.650,48	2.798.000,24	2.839.970,25	2.882.569,80	2.925.808,35	2.969.695,47	3.014.240,90	3.059.454,52
Gastos de explotación		332.413,61	339.061,88	345.843,12	352.759,98	359.815,18	367.011,48	374.351,71	381.838,75	389.475,52
Rendimiento		2.383.498,20	2.417.588,60	2.452.157,12	2.487.210,26	2.522.754,62	2.558.796,86	2.595.343,76	2.632.402,16	2.669.978,99
Amortización		662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17
Resultado explotación		1.720.514,03	1.754.604,44	1.789.172,96	1.824.226,10	1.859.770,45	1.895.812,70	1.932.359,59	1.969.417,99	2.006.994,83
Costes financieros CP		79.233,62								
Costes financieros LP		603.684,72	553.377,66	503.070,60	452.763,54	402.456,48	352.149,42	301.842,36	251.535,30	201.228,24
Resultado financiero		-682.918,34	-553.377,66	-503.070,60	-452.763,54	-402.456,48	-352.149,42	-301.842,36	-251.535,30	-201.228,24
BAI		1.037.595,69	1.201.226,78	1.286.102,36	1.371.462,56	1.457.313,97	1.543.663,28	1.630.517,23	1.717.882,69	1.805.766,59
Impuestos (25% sociedades)		259.398,92	300.306,69	321.525,59	342.865,64	364.328,49	385.915,82	407.629,31	429.470,67	451.441,65
BDI		778.196,77	900.920,08	964.576,77	1.028.596,92	1.092.985,48	1.157.747,46	1.222.887,92	1.288.412,02	1.354.324,94
Cash Flow (neto)		1.441.180,94	1.563.904,25	1.627.560,93	1.691.581,09	1.755.969,65	1.820.731,62	1.885.872,09	1.951.396,18	2.017.309,11

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
0,09052	0,09188	0,09326	0,09466	0,09608	0,09752	0,09898	0,10047	0,10197	0,10350	0,10505
3.105.346,33	3.151.926,53	3.199.205,43	3.247.193,51	3.295.901,41	3.345.339,93	3.395.520,03	3.446.452,83	3.498.149,63	3.550.621,87	3.603.881,20
397.265,03	405.210,33	413.314,54	421.580,83	430.012,45	438.612,70	447.384,95	456.332,65	465.459,30	474.768,49	484.263,86
2.708.081,30	2.746.716,20	2.785.890,89	2.825.612,68	2.865.888,96	2.906.727,24	2.948.135,08	2.990.120,18	3.032.690,32	3.075.853,38	3.119.617,34
662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17	662.984,17
2.045.097,13	2.083.732,03	2.122.906,72	2.162.628,51	2.202.904,80	2.243.743,07	2.285.150,91	2.327.136,02	2.369.706,15	2.412.869,21	2.456.633,17
150.921,18	100.614,12	50.307,06								
-150.921,18	-100.614,12	-50.307,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.894.175,95	1.983.117,91	2.072.599,66	2.162.628,51	2.202.904,80	2.243.743,07	2.285.150,91	2.327.136,02	2.369.706,15	2.412.869,21	2.456.633,17
473.543,99	495.779,48	518.149,91	540.657,13	550.726,20	560.935,77	571.287,73	581.784,00	592.426,54	603.217,30	614.158,29
1.420.631,97	1.487.338,43	1.554.449,74	1.621.971,38	1.652.178,60	1.682.807,30	1.713.863,19	1.745.352,01	1.777.279,62	1.809.651,91	1.842.474,88
2.083.616,13	2.150.322,60	2.217.433,91	2.284.955,55	2.315.162,76	2.345.791,47	2.376.847,35	2.408.336,18	2.440.263,78	2.472.636,08	2.505.459,05



ALTERNATIVA 1: PRÉSTAMO PRINCIPAL Y CÁLCULO DE PARÁMETROS.

ALTERNATIVA 1										
ANÁLISIS PRÉSTAMO LP										
Año	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Pendiente	10.061.412,00	9.222.961,00	8.384.510,00	7.546.059,00	6.707.608,00	5.869.157,00	5.030.706,00	4.192.255,00	3.353.804,00	2.515.353,00
Cuota		1.442.135,72	1.391.828,66	1.341.521,60	1.291.214,54	1.240.907,48	1.190.600,42	1.140.293,36	1.089.986,30	1.039.679,24
Intereses		603.684,72	553.377,66	503.070,60	452.763,54	402.456,48	352.149,42	301.842,36	251.535,30	201.228,24
Amortización		838.451,00	838.451,00	838.451,00	838.451,00	838.451,00	838.451,00	838.451,00	838.451,00	838.451,00

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
1.676.902,00	838.451,00	0,00								
989.372,18	939.065,12	888.758,06								
150.921,18	100.614,12	50.307,06								
838.451,00	838.451,00	838.451,00								

ALTERNATIVA 1										
CÁLCULO DE PARÁMETROS										
Año	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Cash Flow	-13.259.683,34	1.441.180,94	1.563.904,25	1.627.560,93	1.691.581,09	1.755.969,65	1.820.731,62	1.885.872,09	1.951.396,18	2.017.309,11
Valor Actual	-13.259.683,34	1.359.604,66	1.391.869,21	1.366.531,54	1.339.890,66	1.312.162,67	1.283.543,95	1.254.212,65	1.224.330,11	1.194.042,16
VAN	-13.259.683,34	-11.900.078,68	-10.508.209,47	-9.141.677,92	-7.801.787,26	-6.489.624,60	-5.206.080,65	-3.951.868,00	-2.727.537,89	-1.533.495,73
TIR (%)	12,72%									

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
2.083.616,13	2.150.322,60	2.217.433,91	2.284.955,55	2.315.162,76	2.345.791,47	2.376.847,35	2.408.336,18	2.440.263,78	2.472.636,08	2.505.459,05
1.163.480,37	1.132.763,12	1.101.996,72	1.071.276,33	1.023.998,72	978.816,82	935.637,13	894.370,36	854.931,27	817.238,39	781.213,97
-370.015,36	762.747,76	1.864.744,48	2.936.020,80	3.960.019,53	4.938.836,34	5.874.473,47	6.768.843,84	7.623.775,10	8.441.013,50	9.222.227,47

**ALTERNATIVA 2: CONTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN**

ALTERNATIVA 2										
Producción (kWh)	22.146.670,00									
CONTABILIDAD EXPLOTACIÓN										
AÑO	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Precio retribución (€/kWh)		0,07917	0,08036	0,08156	0,08279	0,08403	0,08529	0,08657	0,08787	0,08918
Ventas		1.753.351,86	1.779.652,14	1.806.346,92	1.833.442,13	1.860.943,76	1.888.857,92	1.917.190,78	1.945.948,65	1.975.137,88
Gastos de explotación		214.601,23	218.893,26	223.271,12	227.736,54	232.291,28	236.937,10	241.675,84	246.509,36	251.439,55
Rendimiento		1.538.750,63	1.560.758,88	1.583.075,80	1.605.705,58	1.628.652,48	1.651.920,82	1.675.514,94	1.699.439,29	1.723.698,33
Amortización		493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09
Resultado explotación		1.044.902,54	1.066.910,80	1.089.227,71	1.111.857,49	1.134.804,39	1.158.072,73	1.181.666,85	1.205.591,20	1.229.850,24
Costes financieros CP		59.020,07								
Costes financieros LP		449.676,72	412.203,66	374.730,60	337.257,54	299.784,48	262.311,42	224.838,36	187.365,30	149.892,24
Resultado financiero		-508.696,79	-412.203,66	-374.730,60	-337.257,54	-299.784,48	-262.311,42	-224.838,36	-187.365,30	-149.892,24
BAI		536.205,75	654.707,14	714.497,11	774.599,95	835.019,91	895.761,31	956.828,49	1.018.225,90	1.079.958,00
Impuestos (25% sociedades)		134.051,44	163.676,78	178.624,28	193.649,99	208.754,98	223.940,33	239.207,12	254.556,47	269.989,50
BDI		402.154,31	491.030,35	535.872,83	580.949,97	626.264,94	671.820,98	717.621,37	763.669,42	809.968,50
Cash Flow (neto)		896.002,40	984.878,44	1.029.720,92	1.074.798,05	1.120.113,03	1.165.669,07	1.211.469,46	1.257.517,51	1.303.816,59

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
0,09052	0,09188	0,09326	0,09466	0,09608	0,09752	0,09898	0,10047	0,10197	0,10350	0,10505
2.004.764,94	2.034.836,42	2.065.358,96	2.096.339,35	2.127.784,44	2.159.701,21	2.192.096,72	2.224.978,18	2.258.352,85	2.292.228,14	2.326.611,56
256.468,34	261.597,70	266.829,66	272.166,25	277.609,58	283.161,77	288.825,00	294.601,50	300.493,53	306.503,40	312.633,47
1.748.296,61	1.773.238,71	1.798.529,31	1.824.173,10	1.850.174,86	1.876.539,44	1.903.271,72	1.930.376,67	1.957.859,31	1.985.724,74	2.013.978,09
493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09	493.848,09
1.254.448,52	1.279.390,62	1.304.681,22	1.330.325,01	1.356.326,77	1.382.691,35	1.409.423,63	1.436.528,58	1.464.011,22	1.491.876,65	1.520.130,00
112.419,18	74.946,12	37.473,06								
-112.419,18	-74.946,12	-37.473,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.142.029,34	1.204.444,50	1.267.208,16	1.330.325,01	1.356.326,77	1.382.691,35	1.409.423,63	1.436.528,58	1.464.011,22	1.491.876,65	1.520.130,00
285.507,33	301.111,13	316.802,04	332.581,25	339.081,69	345.672,84	352.355,91	359.132,15	366.002,81	372.969,16	380.032,50
856.522,00	903.333,38	950.406,12	997.743,76	1.017.245,08	1.037.018,51	1.057.067,72	1.077.396,44	1.098.008,42	1.118.907,48	1.140.097,50
1.350.370,09	1.397.181,47	1.444.254,21	1.491.591,85	1.511.093,17	1.530.866,60	1.550.915,81	1.571.244,53	1.591.856,51	1.612.755,57	1.633.945,59

**ALTERNATIVA 2: PRÉSTAMO PRINCIPAL Y CÁLCULO DE PARÁMETROS.**

ALTERNATIVA 2										
ANÁLISIS PRÉSTAMO LP										
Año	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Pendiente	7.494.612,00	6.870.061,00	6.245.510,00	5.620.959,00	4.996.408,00	4.371.857,00	3.747.306,00	3.122.755,00	2.498.204,00	1.873.653,00
Cuota		1.074.227,72	1.036.754,66	999.281,60	961.808,54	924.335,48	886.862,42	849.389,36	811.916,30	774.443,24
Intereses		449.676,72	412.203,66	374.730,60	337.257,54	299.784,48	262.311,42	224.838,36	187.365,30	149.892,24
Amortización		624.551,00	624.551,00	624.551,00	624.551,00	624.551,00	624.551,00	624.551,00	624.551,00	624.551,00

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
1.249.102,00	624.551,00	0,00								
736.970,18	699.497,12	662.024,06								
112.419,18	74.946,12	37.473,06								
624.551,00	624.551,00	624.551,00								

ALTERNATIVA 2										
CÁLCULO DE PARÁMETROS										
Año	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Cash Flow	-9.876.961,79	896.002,40	984.878,44	1.029.720,92	1.074.798,05	1.120.113,03	1.165.669,07	1.211.469,46	1.257.517,51	1.303.816,59
Valor Actual	-9.876.961,79	845.285,29	876.538,31	864.573,54	851.340,73	837.013,61	821.750,70	805.696,38	788.982,04	771.727,04
VAN	-9.876.961,79	-9.031.676,50	-8.155.138,20	-7.290.564,65	-6.439.223,92	-5.602.210,31	-4.780.459,61	-3.974.763,23	-3.185.781,19	-2.414.054,15
TIR (%)	10,63%									

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
1.350.370,09	1.397.181,47	1.444.254,21	1.491.591,85	1.511.093,17	1.530.866,60	1.550.915,81	1.571.244,53	1.591.856,51	1.612.755,57	1.633.945,59
754.039,61	736.017,77	717.750,09	699.316,46	668.357,97	638.777,15	610.512,25	583.504,31	557.697,04	533.036,70	509.471,96
-1.660.014,55	-923.996,78	-206.246,68	493.069,78	1.161.427,74	1.800.204,89	2.410.717,14	2.994.221,45	3.551.918,49	4.084.955,19	4.594.427,15

**ALTERNATIVA 3: CONTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN**

ALTERNATIVA 3										
Producción (kWh)										
19.779.500,00										
CONTABILIDAD EXPLOTACIÓN										
AÑO	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Precio retribución (€/kWh)		0,07917	0,08036	0,08156	0,08279	0,08403	0,08529	0,08657	0,08787	0,08918
Ventas		1.565.943,02	1.589.432,16	1.613.273,64	1.637.472,75	1.662.034,84	1.686.965,36	1.712.269,84	1.737.953,89	1.764.023,20
Gastos de explotación		171.488,27	174.918,03	178.416,39	181.984,72	185.624,41	189.336,90	193.123,64	196.986,11	200.925,83
Rendimiento		1.394.454,75	1.414.514,13	1.434.857,25	1.455.488,03	1.476.410,43	1.497.628,46	1.519.146,20	1.540.967,78	1.563.097,36
Amortización		537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11
Resultado explotación		856.958,64	877.018,02	897.361,14	917.991,92	938.914,32	960.132,35	981.650,09	1.003.471,67	1.025.601,25
Costes financieros CP		64.236,47								
Costes financieros LP		489.420,72	448.635,66	407.850,60	367.065,54	326.280,48	285.495,42	244.710,36	203.925,30	163.140,24
Resultado financiero		-553.657,19	-448.635,66	-407.850,60	-367.065,54	-326.280,48	-285.495,42	-244.710,36	-203.925,30	-163.140,24
BAI		303.301,45	428.382,36	489.510,54	550.926,38	612.633,84	674.636,93	736.939,73	799.546,37	862.461,01
Impuestos (25% sociedades)		75.825,36	107.095,59	122.377,64	137.731,59	153.158,46	168.659,23	184.234,93	199.886,59	215.615,25
BDI		227.476,09	321.286,77	367.132,91	413.194,78	459.475,38	505.977,70	552.704,80	599.659,78	646.845,76
Cash Flow (neto)		764.972,20	858.782,88	904.629,02	950.690,89	996.971,49	1.043.473,81	1.090.200,91	1.137.155,89	1.184.341,87

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
0,09052	0,09188	0,09326	0,09466	0,09608	0,09752	0,09898	0,10047	0,10197	0,10350	0,10505
1.790.483,55	1.817.340,80	1.844.600,91	1.872.269,92	1.900.353,97	1.928.859,28	1.957.792,17	1.987.159,05	2.016.966,44	2.047.220,94	2.077.929,25
204.944,35	209.043,24	213.224,10	217.488,58	221.838,36	226.275,12	230.800,63	235.416,64	240.124,97	244.927,47	249.826,02
1.585.539,19	1.608.297,56	1.631.376,81	1.654.781,34	1.678.515,62	1.702.584,16	1.726.991,55	1.751.742,42	1.776.841,47	1.802.293,47	1.828.103,23
537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11	537.496,11
1.048.043,08	1.070.801,45	1.093.880,70	1.117.285,23	1.141.019,51	1.165.088,05	1.189.495,44	1.214.246,31	1.239.345,36	1.264.797,36	1.290.607,12
122.355,18	81.570,12	40.785,06								
-122.355,18	-81.570,12	-40.785,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
925.687,90	989.231,33	1.053.095,64	1.117.285,23	1.141.019,51	1.165.088,05	1.189.495,44	1.214.246,31	1.239.345,36	1.264.797,36	1.290.607,12
231.421,98	247.307,83	263.273,91	279.321,31	285.254,88	291.272,01	297.373,86	303.561,58	309.836,34	316.199,34	322.651,78
694.265,93	741.923,50	789.821,73	837.963,92	855.764,63	873.816,04	892.121,58	910.684,73	929.509,02	948.598,02	967.955,34
1.231.762,04	1.279.419,61	1.327.317,84	1.375.460,03	1.393.260,74	1.411.312,15	1.429.617,69	1.448.180,84	1.467.005,13	1.486.094,13	1.505.451,45



ALTERNATIVA 3: PRÉSTAMO PRINCIPAL Y CÁLCULO DE PARÁMETROS.

ALTERNATIVA 3										
ANÁLISIS PRÉSTAMO LP										
Año	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Pendiente	8.157.012,00	7.477.261,00	6.797.510,00	6.117.759,00	5.438.008,00	4.758.257,00	4.078.506,00	3.398.755,00	2.719.004,00	2.039.253,00
Cuota		1.169.171,72	1.128.386,66	1.087.601,60	1.046.816,54	1.006.031,48	965.246,42	924.461,36	883.676,30	842.891,24
Intereses		489.420,72	448.635,66	407.850,60	367.065,54	326.280,48	285.495,42	244.710,36	203.925,30	163.140,24
Amortización		679.751,00	679.751,00	679.751,00	679.751,00	679.751,00	679.751,00	679.751,00	679.751,00	679.751,00

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
1.359.502,00	679.751,00	0,00								
802.106,18	761.321,12	720.536,06								
122.355,18	81.570,12	40.785,06								
679.751,00	679.751,00	679.751,00								

ALTERNATIVA 3										
CÁLCULO DE PARÁMETROS										
Año	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026
Cash Flow	-10.749.922,19	764.972,20	858.782,88	904.629,02	950.690,89	996.971,49	1.043.473,81	1.090.200,91	1.137.155,89	1.184.341,87
Valor Actual	-10.749.922,19	721.671,88	764.313,71	759.543,97	753.036,23	744.995,09	735.607,86	725.045,87	713.465,67	701.010,13
VAN	-10.749.922,19	-10.028.250,30	-9.263.936,60	-8.504.392,63	-7.751.356,40	-7.006.361,31	-6.270.753,45	-5.545.707,58	-4.832.241,91	-4.131.231,78
TIR (%)	8,22%									

2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037
1.231.762,04	1.279.419,61	1.327.317,84	1.375.460,03	1.393.260,74	1.411.312,15	1.429.617,69	1.448.180,84	1.467.005,13	1.486.094,13	1.505.451,45
687.809,49	673.982,29	659.636,30	644.869,34	616.240,57	588.891,25	562.763,69	537.802,84	513.956,14	491.173,44	469.406,88
-3.443.422,29	-2.769.440,00	-2.109.803,70	-1.464.934,36	-848.693,79	-259.802,54	302.961,15	840.763,98	1.354.720,12	1.845.893,56	2.315.300,44



APÉNDICE 3: RENTABILIDAD FUSTE DE HORMIGÓN.

Fuste		Producción			Rentabilidad					
Altura fuste hormigón (m)	Altura total fuste (m)	Producción GWh	Aum. Progresivo (%)	Aum.Total (%)	VAN (€)	Aum. VAN	Aum. Total	TIR (%)	Aum. TIR	Aum. Total
0	81	37,89	-	-	9.222.227,47	-	-	12,72	-	-
10	91	38,43	1,43	1,43	9.521.160,92	298.933,45	298.933,45	12,85	0,13	0,13
20	101	39,10	1,74	3,19	9.770.852,95	249.692,03	548.625,48	12,94	0,09	0,22
30	111	39,94	2,15	5,41	10.123.903,20	353.050,25	901.675,73	13,10	0,16	0,38
40	121	40,68	1,85	7,36	10.416.151,36	292.248,16	1.193.923,89	13,22	0,12	0,5
50	131	41,30	1,52	9,00	10.634.407,16	218.255,80	1.412.179,69	13,28	0,06	0,56
60	141	41,81	1,23	10,35	10.787.833,66	153.426,50	1.565.606,19	13,30	0,02	0,58

Coste fuste hormigón	70.000 €/m
	(supuesta sección constante)



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 04: ESTUDIO GEOLÓGICO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETO.....	1
1.2 INFORMACIÓN UTILIZADA.....	1
2. MARCO GEOLÓGICO GENERAL	1
2.1 INTRODUCCIÓN	1
2.2 COMPLEJO CABO ORTEGAL.....	1
3. GEOLOGÍA DE LA ZONA	2
3.1 ESTRATIGRAFÍA	2
3.1.1 Rocas metabásicas	2
3.1.2 Rocas ultrabásicas serpentinizadas	3
3.1.3 Gneises de dos micas blastomiloníticos	3
3.2 TECTÓNICA.....	4
3.2.1 Tectónica de plegamiento	4
3.2.2 Importancia y edad de los cabalgamientos	5
3.2.3 Deformación en fractura	6
3.3 HISTORIA GEOLÓGICA	6
3.4 PETROLOGÍA	6
3.4.1 Metabasitas	7
3.4.2 Rocas ultrabásicas	7
3.4.3 Gneises de dos micas blastomiloníticos	7
3.5 CANTERAS	8

<u>APÉNDICE 1: MAPA GEOLÓGICO</u>	9
--	----------



1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

En este anejo se estudian las características geológicas, tectónicas, geomorfológicas e hidrogeológicas que presentan los terrenos que se verán afectados por el proyecto Parque Eólico en Pantín. La finalidad de este anejo es analizar la actuación desde un punto de vista geológico y, posteriormente, geotécnico de forma que, los datos obtenidos nos sirvan como apoyo para poder definir aspectos de la misma como por ejemplo los taludes de los viales y la propia cimentación de los aerogeneradores.

1.2 INFORMACIÓN UTILIZADA

La realización del presente anejo se ha basado en la siguiente documentación:

- Mapa geológico de España 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España (1974)
- Visor cartográfico del IGME basado en el mapa continuo geológico 1:50.000 (GEODE 2004)
- *Isotope geochemistry and revised geochronology of the Purrido Ophiolite (Cabo Ortegal Complex, NW Iberian Massif): Devonian magmatism with mixed sources and involved Mesoproterozoic basement*. Journal of the Geological Society, 168
- *El impacto biogeoquímico de cabo Ortegal en su entorno costero*. Prego, R & Caetano, M. 2015.
- *Estatigrafía y estructura del Complejo de Órdenes y de la unidad del Olla de Sapo en el sector Pantín-cabo Prior (La Coruña, NW de España)*. Florentino Díaz García.

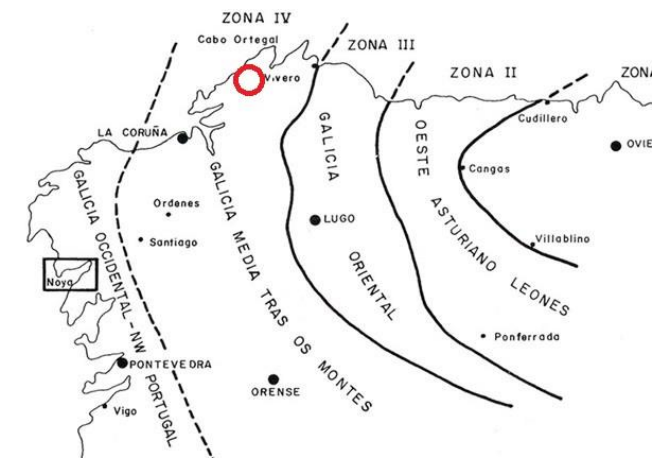
2. MARCO GEOLÓGICO GENERAL

2.1 INTRODUCCIÓN

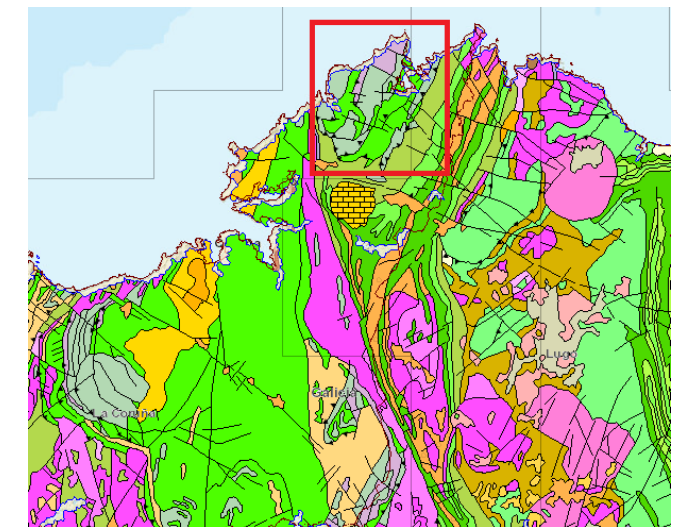
La zona de actuación está presente en la hoja 0007 del Mapa Geológico de España 1:50.000. Esta hoja pertenece al ámbito de Cedeira. La litología configura notablemente el relieve, presentándose con predominio las partes más altas en las rocas básicas.

Geológicamente esta hoja se encuentra en la zona IV, Galicia Media Tras-Os-Montes de MATTE (1968) en relación tectónica con el Dominio de Olla de Sapo. Los materiales representados son: rocas básicas, ultrabásicas, paragneises del Complejo de Cabo Ortegal, de probable edad precámbrica a cámbrica y rocas del grupo de Moeche, constituido por un conjunto heterogéneo de rocas sedimentarias e ígneas de edad probable ordovícico-silúrica o incluso del Devónico Inferior.

Concretamente la zona de actuación se sitúa en el Complejo de Cabo Ortegal

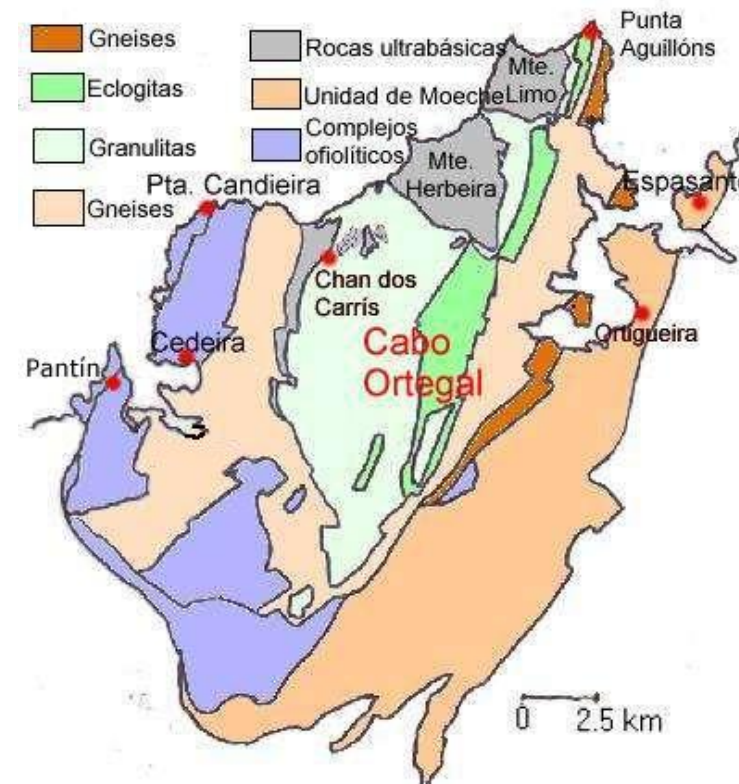


Zonas geológicas (MATTE 1968)



Complejo Cabo Ortegal

2.2 COMPLEJO DE CABO ORTEGAL



El complejo de Cabo Ortegal es uno de los complejos polimetamórficos que reposan sobre materiales más recientes. Se encuentra separado de la Serie de Órdenes por un importante accidente de dirección N-S conocido como Falla de Prado; y al S y SO de este accidente se encuentran diversos complejos de carácter predominantemente básico, como son los de Órdenes.

Estratigráficamente la base del complejo es la unidad de Moeche, constituida por rocas que sufrieron un retrometamorfismo de grado bajo a medio (metasedimentos de bajo grado con intercalaciones de serpentinitas, rocas metabásicas y metavolcánicas).



La parte central está formada por rocas básicas, metabásicas y metasedimentos (ecoglititas, granulitas y peridotitas más o menos serpentinizadas), con metamorfismo de alto grado, bajo condiciones que implican un origen cercano a la base de la corteza.

Los complejos ofiolíticos se sitúan en la parte superior. Están constituidos por diversos gneises migmáticos con intercalaciones de rocas metabásicas. La edad del metamorfismo se sitúa en el Devónico hace unos 390 millones de años.

3. GEOLOGÍA DE LA ZONA

El complejo de Cabo Ortegal comprende pues, un conjunto de rocas de variada composición mineralógica y origen, tanto sedimentarias como ígneas intrusivas y extrusivas ácidas y básicas, posteriormente transformadas por la deformación y el metamorfismo.

Los autores holandeses VOGEL (1967) y ENGELS (1972) denominaron a las diversas subdivisiones litológicas de acuerdo a la toponimia local. Así llamaron gneises de Chumparram gneises de Cariño, anfíbolitas de Candelaria, etc. Estos materiales son considerados como parte de una secuencia sedimentaria de tipo eugeosinclinal de composición grauwáckica con variables intercalaciones de rocas básicas y ultrabásicas, formando parte de una "suite ofiolítica precámbrica".

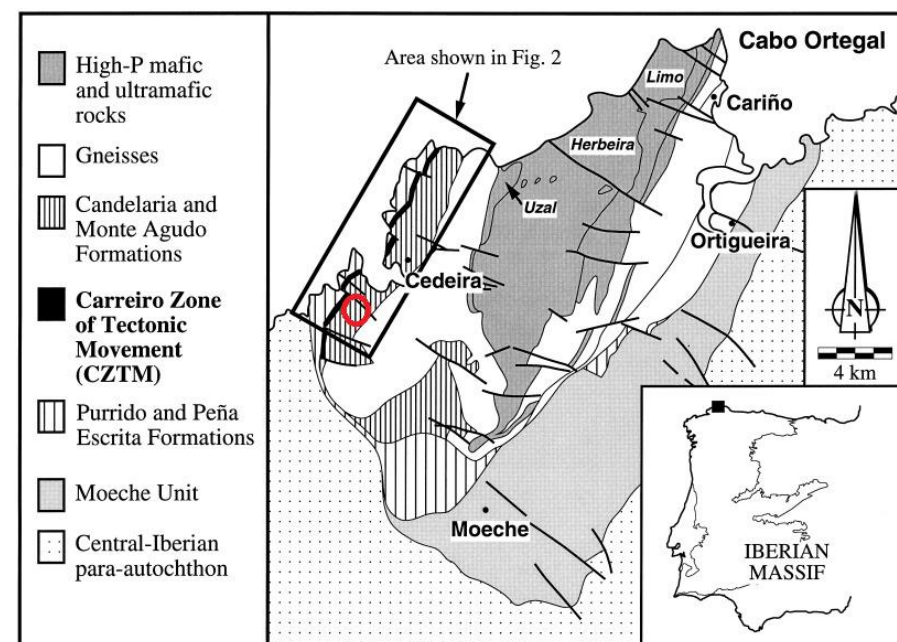


Fig1: Mapa geológico del Complejo de Cabo Ortegal

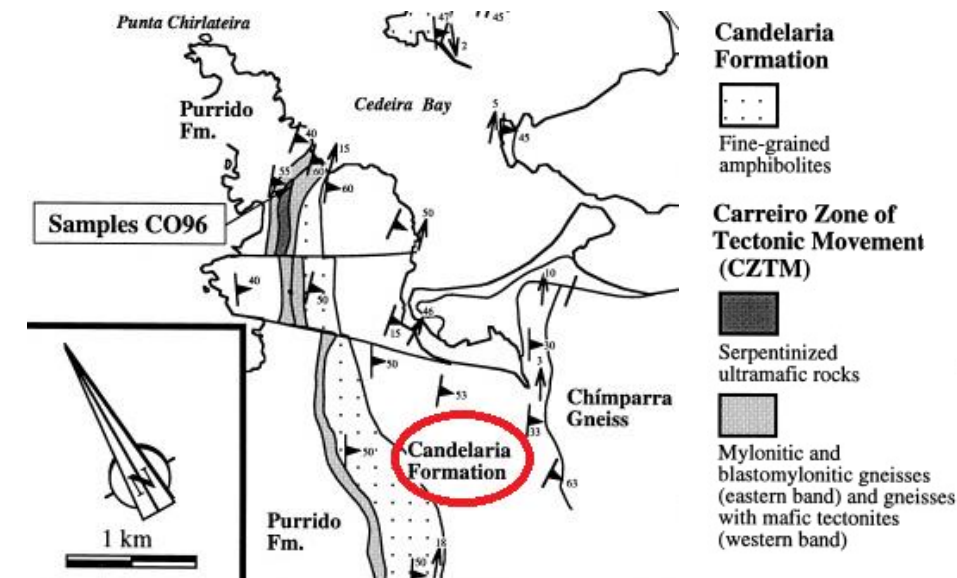


Fig2 :Ampliación fig.1

En esta imagen se puede apreciar el emplazamiento de nuestro proyecto en la formación geológica de Candelaria. Al final del presente proyecto se presentan diversos mapas topográficos con más detalle.

3.1 ESTRATIGRAFÍA

A continuación se describen los materiales del complejo situados en el entorno de la actuación.

3.1.1 Rocas metabásicas.

Extendidas en varias franjas entre rocas ultrabásicas serpentinizadas y gneises se encuentran las zonas denominadas como formaciones Vacariza, Agudo y Candelaria. En esta última se encuentra la elevación donde se sitúan los aerogeneradores del proyecto

Con mayor frecuencia estas rocas afectadas por diversas etapas metamórficas aparecen formando parte de la granulitas de las formaciones de Vacariza, Agudo y Candelaria, en la zona central del complejo; y en menor proporción en las estrechas bandas de gneises que se sitúan más al oeste. Son rocas regularmente orientadas con marcada foliación, definida por minerales laminares: presentan frecuentes zonas ricas en segregación feldespáica, lo que presta a la roca un aspecto bandeado replegado. Intercalaciones de gneises de dos micas con granada con gneises de granate y hornblenda. Son bandas métricas con desarrollo de glándulas de cuarzo y plagioclasa porfidoclástica.

Las anfíbolitas se presentan preferentemente hacia los bordes del complejo, desarrolladas de manera especial en la formación Candelaria. Macroscópicamente son rocas de color verde oscuro y constituidas esencialmente por hornblenda y plagioclasa. Son de grano fino a grueso, presentan marcada esquistosidad y suelen tener un estrecho bandeado de segregaciones plagioclásico-anfibólicas, ocasionalmente con granate.



En la parte central de las anfibolitas de Candelaria se observan rocas ligeramente bandeadas con aspecto metagábrico que ya fueron señaladas por VOGEL (1967).

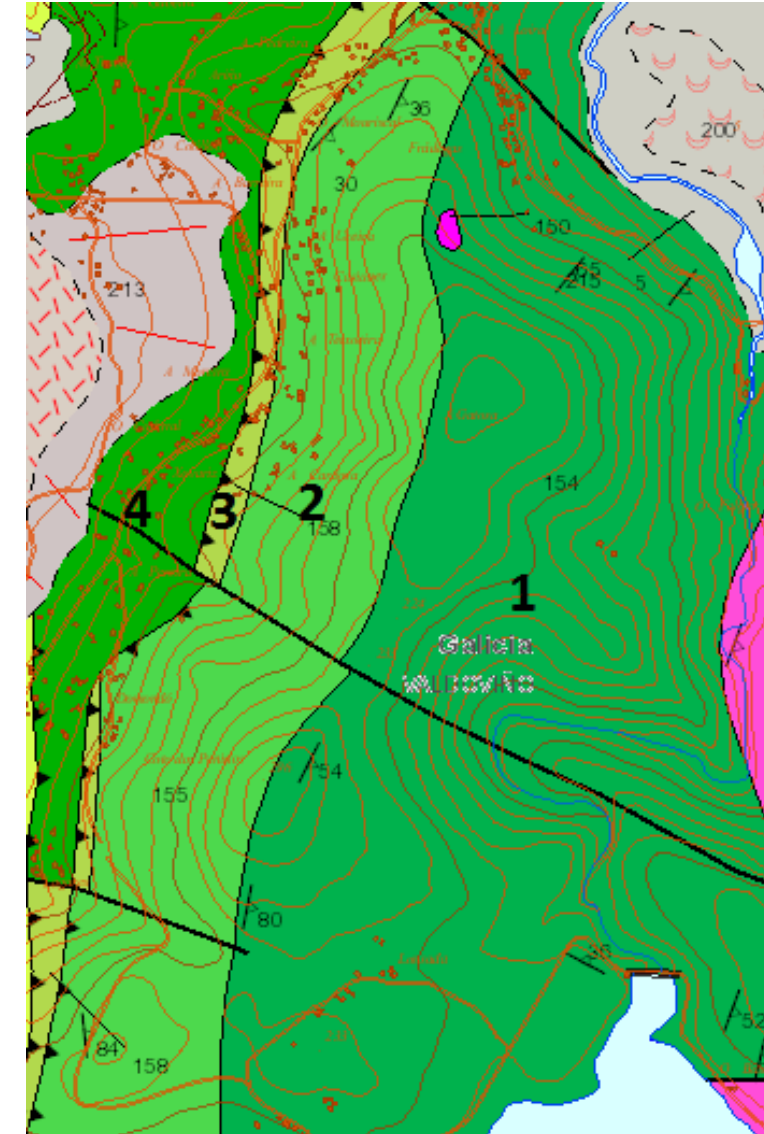
Pequeñas intercalaciones de anfibolitas se hallan representadas tanto en gneises inferiores. Se trata de bandas de 3-4m paralelas a la foliación; son de grano fino y están constituidas por agregados de hornblenda orientada, plagioclasa y cuarzo.

3.1.2. Rocas ultrabásicas serpentinizadas

Se agrupan bajo tal denominación las rocas formadas por olivino, piroxeno, anfíbol y minerales de hierro; que se encuentran en forma de franjas y lentes o segregaciones de tamaño irregular en todo el dominio del complejo. Suelen ser de grano medio a fino, presentan intensa serpentinización y cataclasis, lo que contribuye a su alteración. Normalmente presentan una pátina externa no superior a los 5mm color gris bajo la cual el color de la roca es verde oscuro.

3.1.3 Gneises de dos micas blastomiloníticos

Estos gneises aparecen en las formaciones de Cariño, Chimparra y Carreiro. Pequeños retazos de gneises suelen aparecer de forma anómala entre los sedimentos epizonales de la envolvente. Presentan texturas planares muy desarrolladas, normalmente blastomiloníticas, estando muy desarrolladas hacia los bordes de los afloramientos, y especialmente cuando están en contacto directo con metabasitas. La composición más frecuente de estos gneises es de cuarzo, plagioclasa, granate, silicatos aluminicos, biotita y moscovita. En las partes centrales del complejo suelen presentar concentraciones de cuarzo y plagioclasa, indicando una incipiente formación de movilizados, que llegan a ser rocas de texturas graníticas muy deformadas de grano medio. Especial mención merecen los gneises desarrollados en la región occidental, en una estrecha banda de unos 200m de espesor donde aparecen intesamente tectonizados, con texturas blastomiloníticas bandeadas, englobando a anfibolitas. Intercalaciones de metabasitas se han localizado en todas las zonas donde existen estos pragneises, con adaptación al estado metamórfico que impera, siendo muy notorios los metagabros desarrollados al sur de Cedeira.



En la figura se puede observar la zona de actuación. La **zona 1** donde se emplazarán los aerogeneradores y transformador está compuesta por anfibolita de grano grueso y flasergabro. Por las zonas restantes discurrirán los viales de servicio del parque. La **zona 2** corresponde a anfibolita de grano fino; la **zona 3**, a gneises con relictos de alta presión y la **zona 4** vuelve a estar compuesta por anfibolitas.



3.2 TECTÓNICA

3.2.1 Tectónica de plegamiento

Varias fases de deformación en la Serie de Órdenes, así como en el Complejo de Cabo Ortegal han sido definidas, siendo las dos últimas las que configuraron (junto a las deformaciones tardías) la macroestructura actual del dominio.

- **Fase 1**

No se han observado pliegues que puedan atribuirse con seguridad a la fase I, conservándose solamente restos de una esquistosidad anterior casi borrada por la esquistosidad de flujo principal asociada a la fase II. En el microscopio se observa la asociación de estos restos planares con minerales metamórficos claramente preesquistosos con respecto a la esquistosidad principal S2, como distena, granate, etc., especialmente desarrollados en paragneises.

- **Fase 2**

Parece ser la fase que ha alcanzado mayor intensidad en el Dominio de la Serie de Ordenes. Se observa por la presencia de pliegues muy apretados, con una esquistosidad de flujo asociada que traspone casi totalmente a la anterior, observándose que pliegan numerosas venillas de cuarzo de segregación.

Estos pliegues pueden ser subhorizontales o verticalizados por fases posteriores, y sus ejes muestran una orientación aproximada NE-SO. Suelen marcarse por la presencia de intercalaciones samíticas y segregaciones de cuarzo posiblemente contemporáneos de la primera deformación y metamorfismo.

Dentro del complejo, estos pliegues igualmente vienen definidos por formas isoclinales de plano axial subhorizontales y ejes (de gran recorrido) de dirección variable ONO-ESE a ENE-OSO.

Alguno de ellos de expresión cartográfica (fig. 2), tal como el desarrollado al S. de Cerdido, estando posteriormente afectados por F3 y F4.

Se cree que la complejidad estructural del complejo se debe en parte a esta variable dirección axial, que puede ser debida en parte a los efectos de la fase III, coplanar con la II y también de intensidad grande; así como a los deslizamientos sufridos por el conjunto con posterioridad. Uno de estos corrimientos parece haber tenido lugar con posterioridad al metamorfismo M1, originando quizá entonces la inversión de la disposición originaria y la blastomilonitización de diversas zonas. El metamorfismo que tiene lugar en relación con la fase II parece de menor presión que el anterior y produciría una migmatización y anatexis que proporciona a los gneises su aspecto bandeado.

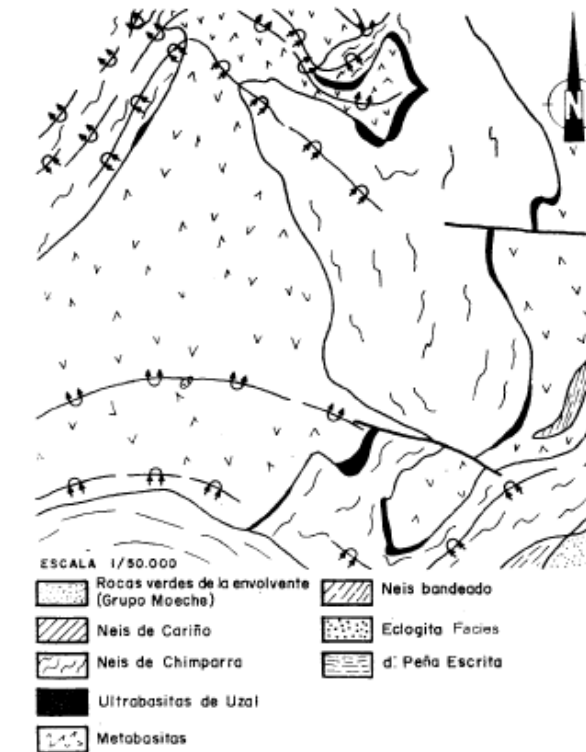


Fig. 2.—Probable expresión cartográfica de los pliegues de fase 2 en el complejo.

- **Fase 3**

Está caracterizada por pliegues similares de ejes N-S (20-35°) de planos axiales subverticales a subhorizontales de vergencia E. Esta fase está claramente desarrollada y es observable en todas las rocas, ya que suele plegar a las estructuras migmatíticas creadas durante la F2. Los mesopliegues están acompañados por un desarrollo de alineación mineral L3, paralela al plano axial de los pliegues. Los mesopliegues están acompañados por una esquistosidad de plano axial con recrystalización y neoformación de minerales. Las diferencias entre estos pliegues y los de fase II en el complejo suelen ser evidentes, puesto que aquéllos suelen ser más amplios, repliegan bandas cuarzofeldespáticas y no suelen estar acompañados de cuerpos abudados tan frecuentes en F2 (fig. 3).

Por el sentido variable de los pliegues de esta deformación (por otra parte más superficial que F2), así como por la evolución mostrada en formas menores, se cree que fueron generados por esfuerzos asimétricos de dirección NNO y SSE (aquéllos de mayor intensidad). Al final de esta fase de deformación se producen nuevos deslizamientos del complejo sobre su substrato y de los elementos del complejo entre sí.

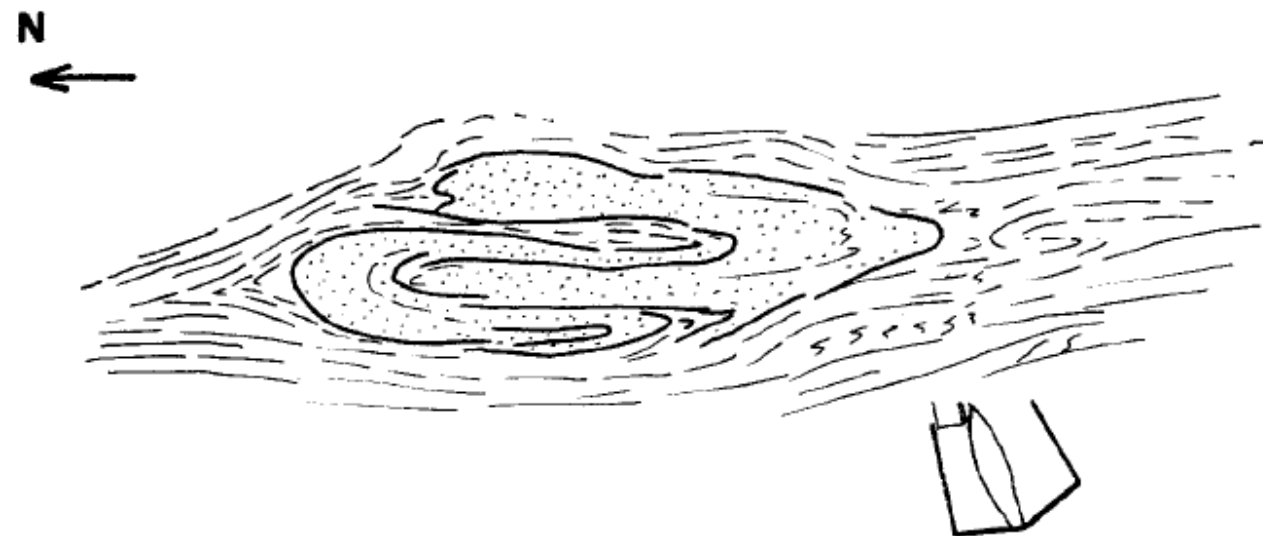


Fig. 3.—Boudin conservando estructura de un pliegue de fase 2.

• Fase 4

Son, junto con los pliegues F3 anteriores, los más visibles, definiendo las grandes macroestructuras presentes. Presentan dirección N-S ($10-12^\circ$), plano axial subvertical, de inmersión axial hacia el N, con ángulos de 20 a 35° . Tienen frecuentemente aspecto similar, observándose en núcleos de pliegues parásitos desarrollo de esquistosidad de crenulación (fig. 4), cuya intensidad disminuye en los flancos, si bien originan una lineación mineral L4 con un ángulo de $23-25^\circ$ con la lineación L3 (fig. 5).

Los pliegues menores de plano axial subvertical presentan vergencias tanto al E como al O, dependiendo del núcleo de los macropliegues, desarrollando pliegues isoclinales decimétricos, excepcionalmente expuestos en las metabasitas (por sus diferencias litológicas y definidas por bandeados composicionales) y en los paragneises superiores.

Las principales macroestructuras desarrolladas pueden resumirse así: en 1.º) la antiforma de metabasitas de Candelaria; 2.º) sinforma de paragneises centrales; 3.º) antiforma de Agudo, y 4.º) sinforma de las metabasitas de Vacariza. Con esta deformación, que da lugar a zonas cataclásticas, se relacionan las escamas tectónicas con vergencia O., y desarrolladas especialmente en contactos litológicos.



Fig. 4.—Esquistosidad de crenulación relacionada con fase 4.

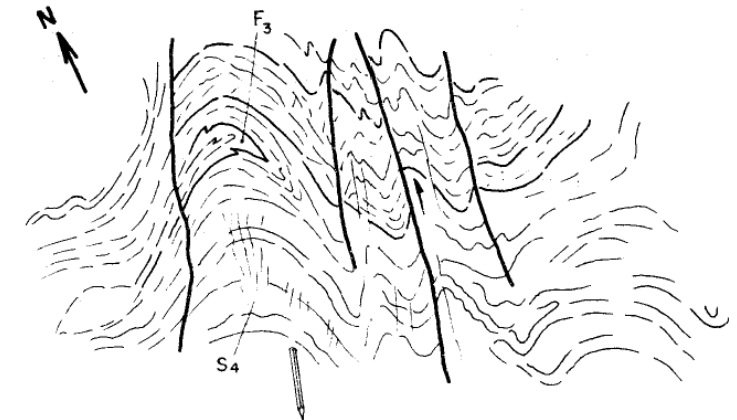


Fig. 5.—Fase 4 afectando a pliegues fase 3 y desarrollando esquistosidad de fractura, y fallas inversas.

• Fases tardías

Dos fases de plegamiento menor suelen estar presentes. La primera desarrolla «kink-folds», de dirección axial definida por la línea intersección del eje de este plegamiento con S2 paralela a la dirección NNO-SSE. Suelen ser pliegues en forma de V, de charnelas rotas de pequeño espaciado y de estilo irregular, variando los tamaños de apertura de los flancos desde 2 ó 3 cm. hasta 20 cm., y la altura de 2 a 10 cm. Se presentan en bandas de reducida extensión y de gran recorrido lineal, por lo cual podría relacionarse con amplias zonas de tectonización producidas en épocas tardías respecto a la orogenia principal. Otra deformación de ejes E-O se observa especialmente en niveles básicos, según mesopliegues igualmente en forma de V, pero de plano axial subvertical o bien inclinado fuertemente al N.

3.2.2 Importancia y edad de los cabalgamientos

De los datos acumulados durante la realización de la Hoja de Cedeira (Mapa Geológico de España 1:50000) se pueden sacar varias conclusiones provisionales:

- La existencia de cabalgamientos prehercínicos. El primero de ellos se puede deducir por la posible presencia de bloques desprendidos y sedimentados en el fondo de un mar con sedimentos volcánicos básicos (rocas verdes) bajo la forma de olistolitos de rocas ácidas y olistostromos de rocas básicas. Este primer cabalgamiento sería posterior al primer metamorfismo importante, pero su edad se podría establecer como Silúrico Superior probable, dada la edad de los esquistos verdes. Es posible que durante este corrimiento se produjese la inversión de la serie metamórfica.



- Otro importante cabalgamiento asociado a la primera fase hercínica que produce una esquistosidad general y blastomilonización posterior.
- Una última fase de cabalgamiento que da lugar a desplazamiento del complejo respecto a la serie paleozoica envolvente, como muestra la existencia de una discordancia metamórfica entre ambos. Sin embargo, esta discordancia no parece ser muy marcada, por lo que estos cabalgamientos pudieran no ser de gran importancia en conjunto. Están asociados con el final de la fase III y quizá también con la fase IV, ya que los grandes pliegues de ésta no parecen afectar al cabalgamiento del borde del complejo.

3.2.3 Deformaciones en fractura

El otro tipo de deformación de fracturas suele agruparse en dos lotes: por un lado, se presentan las fallas dirección NO-SO (150-170°), siendo fiel reflejo la extendida desde el NE de Valdoviño a las inmediaciones de El Pedroso (al O de San Saturnino); posiblemente se trate de una falla importante de actividad prolongada, actuando en primer término después de la fase II con introducción de granodioritas precoces y granitos de dos micas y después con posterioridad a la fase IV, siendo su última actuación según falla normal con hundimiento del labio oriental.

Las restantes fracturas se agrupan en dos sublotes: uno de dirección NE-SO (30-40°) y el otro NO-SE (110-120°) que corresponden a esfuerzos de dirección prácticamente E-O, de movimiento dextrógiro con posibles reactivaciones antes y después del Terciario.

3.3 HISTORIA GEOLÓGICA

El Complejo de Cabo Ortegal está constituido por rocas ultrabásicas, básicas y sedimentarias que han sufrido diversas etapas de metamorfismo y deformación. Metamórficamente parecen haber existido tres etapas principales. La primera de alta presión, la segunda y tercera de menor. Las principales fases de deformación son cuatro:

La fase I se observa sobre todo por criterios microscópicos, pudiéndose asociar al primer metamorfismo de alta presión. Posteriormente tiene lugar una cataclasis, visible sobre todo en los contactos entre la formación Vacariza y los gneises de Chimparra.

La fase II, con pliegues de eje E-O, se asocia a una esquistosidad de plano axial y al metamorfismo M2, y la fase III, de eje de dirección N-S, aproximadamente produce el débil metamorfismo M3 de facies esquistos verdes.

El esquema general, muy simplificado para la reconstrucción de la evolución del complejo y a falta de datos podría ser el siguiente: El Complejo de Cabo Ortegal representaría una zona profunda de la corteza y manto oceánicos que habrían sufrido subducción primero, obducción después, siendo emplazados primeramente en el Silúrico. Se considera que la serie normal pueda ser gabros, peridotitas y gneises de abajo arriba; si bien la posición anómala de las ultrabásitas respecto a las restantes rocas podría explicarse por una superficie de corrimiento entre una lámina constituida por peridotitas, gabros y gneises de abajo arriba, y debajo otra de gneises y gabros. En este caso, el contacto entre las granulitas de Agudo-Candelaria y los gneises de Chimparra sería anormal, así como el de los gneises de Chimparra con las rocas ultrabásicas de Uzal y con las granulitas de Vacariza. Esta interpretación sería diferente a la expresada en los cortes.

En la orogénesis hercínica, el conjunto sería afectado por las fases F2, F3 y F4 y metamorfismo M2 y M3, sufriendo nuevos corrimientos hacia el E después en la fase III, con formación de cabalgamientos hacia el O al final de la fase IV.

El conjunto se puede, pues, considerar como un gran pliegue tumbado, formado después del primer metamorfismo, laminado en su base y deslizado sobre los materiales silúricos. La posición de los materiales en el mismo depende de que se considere o no la posibilidad de que los afloramientos de rocas ultrabásicas marquen en su base una superficie de cabalgamiento sobre los gneises.

Respecto a la edad de las fases, se podría considerar a la primera que produce el metamorfismo de alta presión como prehercínica, ya que se ha apuntado la posibilidad de existencia de rocas ya metamórficas formando olistolitos en rocas del Silúrico Superior. Aunque TEX, E. et al (1972) apuntan la posibilidad de que se trate de una fase precámbrica, el gradiente geotérmico es muy bajo para esta época, por lo que se cree como más viable pensar en la posibilidad de una fase de edad Silúrico Superior (o Devónico), como ya indicaban para Galicia Central ALDAYA et al (1973). La segunda fase y las siguientes pertenecerían al ciclo hercínico.

3.4 PETROLOGÍA

En este apartado se explicarán las rocas presentes en la zona de actuación del proyecto. Estas son: las metabasitas de la formación Candelaria, las ultrabásicas, presentes en todo el complejo y los gneises de dos micas que se sitúan en una franja al oeste de la elevación.



3.4.1 Metabasitas

De acuerdo con el esquema establecido en el apartado de Estratigrafía, se describen las características petrográficas de los materiales metabásicos en dos apartados fundamentales. En primer lugar las que evidencian metamorfismo de facies granulítica de alta presión y, en segundo lugar, las de facies anfíbolita.

En la formación Candelaria, aparecen facies ricas en anfíbol con granate escaso intersticial. Hay bandeados entre zonas leucocráticas y melanocráticas de manera análoga a lo ya descrito, con zoisita residual pasando a clinozoisita. Se observan micropliegues de la fase 4 sin neoformación de ninguna fase mineral.

Puede haber carbonatos secundarios sobre anfíbol y plagioclasa. Cuando hay granate en los términos laminares es rosado y poliquilítico de cuarzo con bordes identados con él. Hay facies leucocráticas compuestas por cuarzo y plagioclasa de grano medio (groseramente orientadas) y anfíbol asimismo orientado, así como opacos, circones automorfos y allanita.

Hay, por último, facies leucocráticas con cuarzo, plagioclasa, granate subredondeado en atolón con núcleo de plagioclasa y opacos.

En resumen, dentro de la complejidad de tipos litológicos existentes, en las metabasitas de alto grado se pueden establecer dos fases fundamentales: una primera con texturas granoblásticas de intercrecimiento, de grano medio a grueso, con desarrollo de la paragénesis crítica clinopiroxeno + granate + plagioclasa + hornblenda \pm zoisita; y una segunda con estructuras direccionales y desarrollo de hornblenda + plagioclasa + biotita + moscovita + clinozoisita. La mismatización acompañaría fundamentalmente a la segunda fase, aunque los boudins leucocráticos incluidos en estructuras de ésta, indicarían que ha tenido lugar parcialmente en fase temprana.

3.4.2 Rocas ultrabásicas

Al oeste se encuentra una banda de rocas ultramáficas, ortopiroxenitas de grano grueso formadas por un agregado de mosaico de ortopiroxeno con exoluciones de clinopiroxeno, curvados por deformación y que incluyen olivino. Como productos de alteración: clorita, serpentina, talco y carbonatos.

Las intercalaciones occidentales entre paragneises son también de grano grueso, panxenomorfas, constituidas por un agregado de clinopiroxeno, ortopiroxeno sin exoluciones y olivino; este último

el más intensamente serpentinizado. Todas las fases minerales están afectadas por cataclasis que también afecta a los elementos secundarios como clorita, talco y calcita.

La representación de materiales ultrabásicos en la hoja de Cedeira del Mapa Geológico de España 1:50.000 es muy escasa. Si bien pueden proceder del manto, han sufrido los procesos metamórficos que afectan a la totalidad del Complejo.

3.4.3 Gneises de dos micas blastomiloníticas

Son gneises de dos micas con estructuras variables de unas zonas a otras. Intercaladas en la serie próxima al contacto con las anfíbolitas marginales hay facies ortoderivadas de cuarzodioritas análogas a las descritas en la formación de gneises y eclogitas.

En la zona del movimiento de Carreiro (al oeste) se encuentran facies blastomiloníticas constituidas por un agregado bien orientado de grano fino con cuarzo lamelar, plagioclasa con maclas de albita irregularmente zonada, láminas de biotita, rica en magnesio, abundante distena en primas alargados o aciculares orientados con la biotita, granate con inclusiones diminutas irregulares de rutilo, preesquistoso, fracturado. Esporádicamente hay porfidoclastos de ortosa elipsoidales, levemente deformados con sombras de presión de cuarzo y de plagioclasa mirmequíticas separadas del resto por "ribbons" de cuarzo.

Como accesorios: rutilo prismático y apatito glomerular estirado con la foliación. Otras facies carecen casi totalmente de cuarzo, estando constituidas por un agregado en mortero de plagioclasa, que también están en porfidoclastos, xenoblásticos y biotita, granate fracturado, esquelético, circón y pirita.

Además hay facies anfibólicas de grano medio, bien orientadas, panxenoblásticas con cuarzo, plagioclasa, anfíbol levemente pleocroico a verde, biotitas y granates. El anfíbol se transforma en agregados sericíticos. El granate abundante, xenoblástico fracturado, algunos anulares con núcleo de anfíbol o plagioclasa. Como accesorios: rutilo prismático, idomorfo en las zonas de cuarzo, apatito y circón.

Como boudins se encuentran anfíbolitas granatíferas, granonemastoblásticas compuestas por hornblenda marrón que incluye granate subautomorfo con inclusiones de cuarzo ligeramente helicíticas, plagioclasa sausuritizada subordinada, así como el cuarzo intersticial y rutilo prismático.



3.5 CANTERAS

- Anfibolitas: Constituyen el principal grupo canterable susceptible de explotación para el beneficio de áridos en carreteras. El grano fino, la elevada compacidad y la gran extensión de sus afloramientos coopera hacia el buen desarrollo de masas canterables con pequeño costo de extracción.



APÉNDICE 1: MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

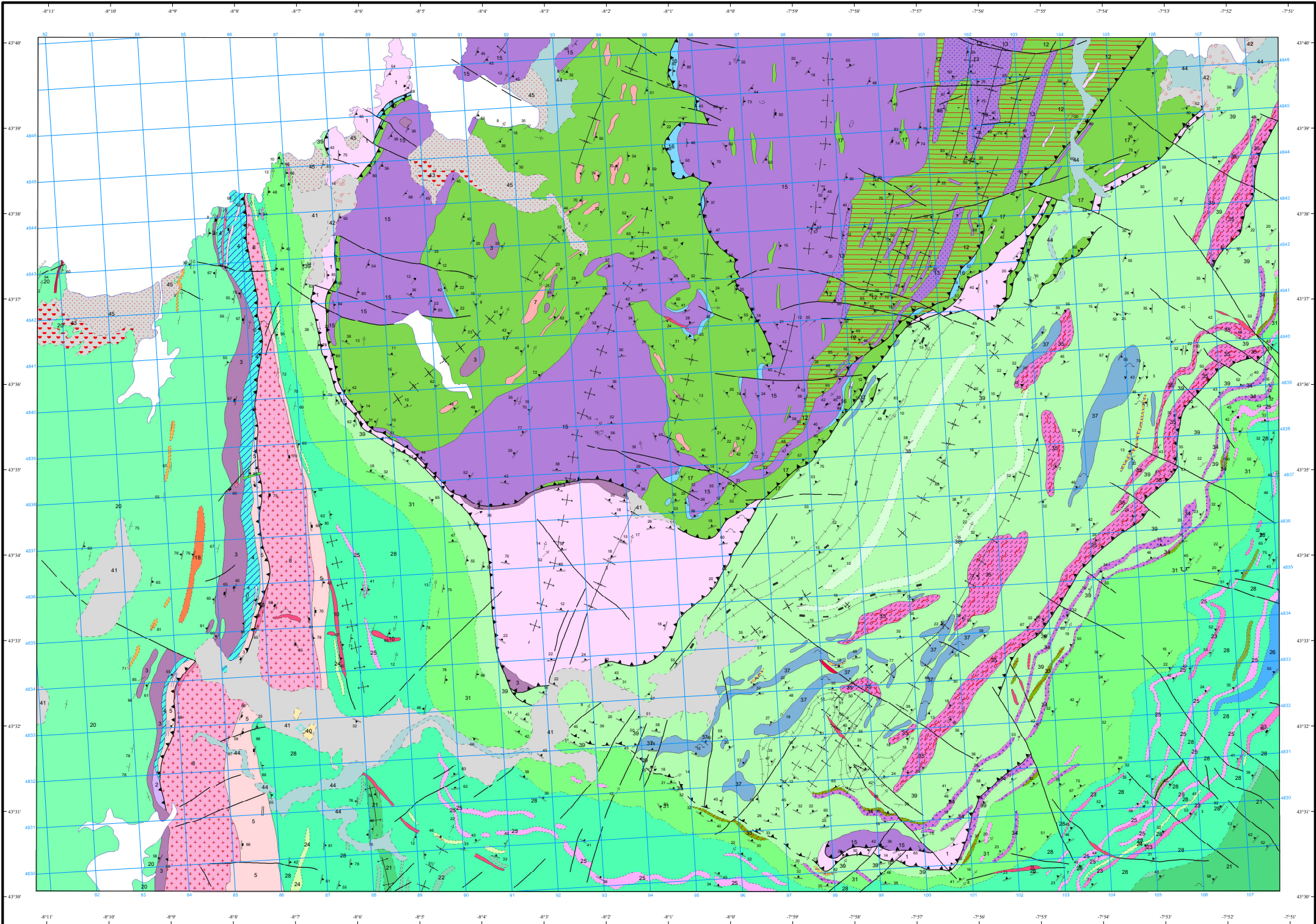
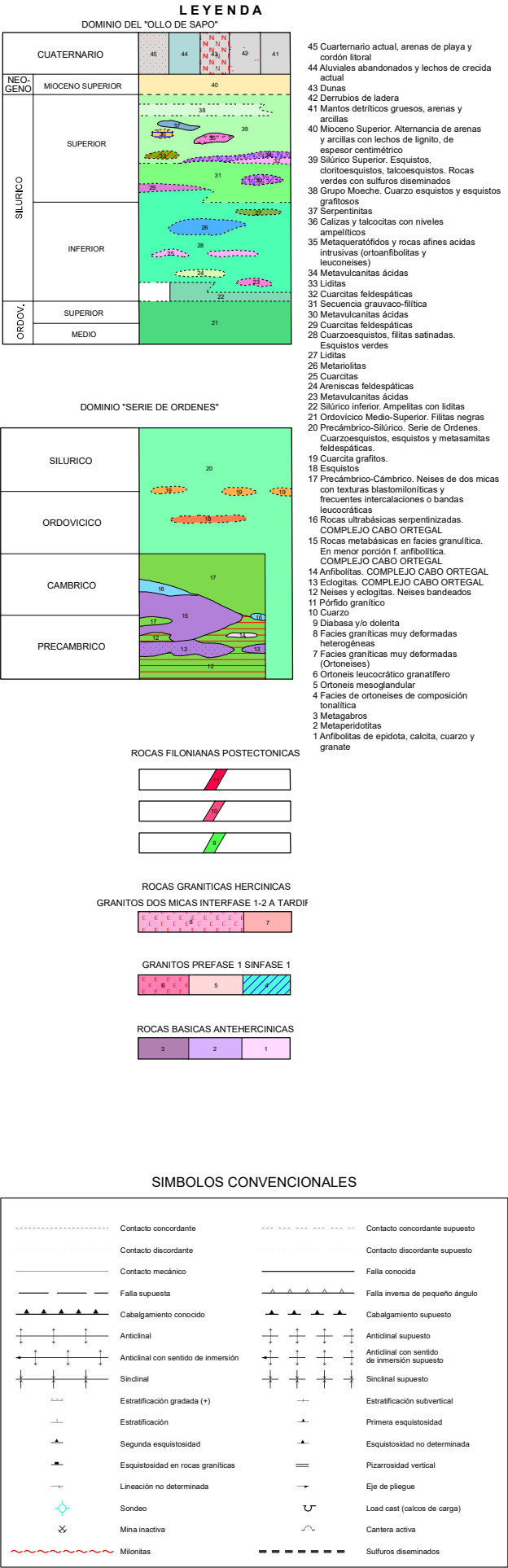


Instituto Geológico
y Minero de España

CEDEIRA

7

06-03



Área de Sistemas de Información Geocientífica

Escala 1:50.000

Proyección y Cuadrícula UTM. Elipsoide Internacional. Huso 29

NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E.
AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA: 1974
Autores : Felipe Fernández Pompa
Victorio Monteserín López
Dirección y supervisión : IGME



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 05: ESTUDIO GEOTÉCNICO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETO.....	1
1.2 INFORMACIÓN UTILIZADA.....	1
2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	1
2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	1
2.2 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.....	1
2.3 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	1
3. INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA	1
4. TRABAJOS REALIZADOS.....	2
4.1 NIVELES GEOTÉCNICOS PRESENTES	2
4.2 INVENTARIO DE PUNTOS RECONOCIDOS	2
5. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS	3
5.1 CIMENTACIONES DE LOS AEROGENERADORES.....	3
5.2 DESMONTES Y TERRAPLENES.....	3
5.3 EXCAVABILIDAD DE LOS MATERIALES DETECTADOS.....	4
<u>APÉNDICE 1: SITUACIÓN RECONOCIMIENTOS</u>	5
<u>APÉNDICE 2: MAPA GEOTÉCNICO.....</u>	7



1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El objeto de este anejo es, apoyándose en el estudio geológico anterior, conocer las características y comportamiento del terreno donde se realizará la actuación.

A través de los estudios ya realizados de la zona, y unos ensayos, ficticios dada la finalidad académica del proyecto, se obtendrán distintos parámetros y características del suelo que ayudarán a definir la actuación:

- Parámetros geotécnicos del suelo y rocas.
- Capacidad portante del suelo.
- Distribución de las distintas capas del suelo

Esta información es necesaria para la definición posterior de las actuaciones del proyecto, como por ejemplo la geometría de la zapata, la sección tipo de los viales, etc.

1.2 INFORMACIÓN UTILIZADA

Para la realización del presente anejo se han utilizado como apoyo los siguientes documentos:

- Mapa geotécnico del IGME 1:200.000
- *Petrofísica y durabilidad de las anfíbolitas de Touro (A Coruña, España) para su uso en obra civil. Boletín Geológico y Minero*, 124. Pérez Fortes, A. P., Varas Muriel, M. J., Cano Linares, H., Castineiras García, P. y Pardo Santayana, F. 2013.
- *Physical, mechanical and deformational properties of metabasalts, amphibolites and gneisses from Ksdb-3 compared with surface analogues*. Jiřina Trčková
- *Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes*. Pedro Ramírez Oyanguren, Leandro Alejano Monge.
- *Foundations on rock* Duncan c. Wyllie.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

El área de actuación está incluida en la zona I4 en el mapa geotécnico del IGME.

2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

La zona presenta una morfología que oscila desde relieves intermedios, con pendientes del 7% al 15%, hasta montañosos con pendientes superiores al 30%.

Normalmente los recubrimientos por alteración química superficial son reducidos, si bien a causa de la fuerte tectónica sufrida, toda ella se ve atravesada por un elevado número de fallas. Se observan amplias zonas influidas por este fenómeno, y en la que aparecen grandes depósitos de materiales trituradores, sueltos o ligeramente cementados; que por lo general se mantienen estables si bien dificultan puntualmente las condiciones constructivas.

2.2 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Las rocas de la zona se consideran en conjunto impermeables, y más detalladamente con una cierta permeabilidad ligada al grado de tectonización.

Las condiciones de drenaje, por escorrentía superficial muy activa, se consideran favorables. La posibilidad de encharcamiento es muy reducida y está condicionada a zonas planas o ligeramente convexas.

La aparición de agua a distintas profundidades se dará aisladamente y estará siempre conectada a zonas de fracturas con relleno posterior.

2.3 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

La zona admite capacidades de carga alta, siendo la magnitud de los asentamientos que pueden aparecer nula o muy reducida.

Los problemas que puntualmente podrán aparecer y disminuir la capacidad de carga estarán relacionados con: aparición de zonas de alteración o posibles deslizamientos de lajas al eliminar su base o cargarlos en la misma dirección que los planos de esquistosidad y a favor de las pendientes naturales.

3 INTERPRETACION GEOTÉCNICA

La serie de características analizadas en el apartado anterior sirven de base para poder pasar a dar las condiciones constructivas de la zona. La zona está catalogada como zona con condiciones constructivas favorables.



Si bien las características mecánicas son favorables en cuanto a resistencia y comportamiento del terreno, éstas se ven disminuidas a causa de las elevadas pendientes y de los problemas relacionados con la fuerte tectónica sufrida. Este grado de tectonización provoca diversificaciones puntuales en el comportamiento de los materiales así como apariciones de fenómenos geológicos exógenos (deslizamientos, zonas de relleno, etc.).

4. TRABAJOS REALIZADOS

Una vez expuesta la información existente sobre la zona, el siguiente paso es realizar una serie de reconocimientos in situ con el fin de concretizar la estructura del subsuelo y conocer sus características mecánicas.

En cuanto a la campaña de reconocimiento, se ha realizado una visita a la zona con el objetivo de observar, en distintos puntos; qué estratos están presentes, su nivel de compacidad y degradación, su correspondiente profundidad, etc.

Debido a la inaccesibilidad de algunos puntos importantes, como por ejemplo los emplazamientos de los aerogeneradores, se han inventado algunas calicatas interpolando puntos cercanos sí observados.

Al final de este anejo se presenta una fotografía aérea de la zona donde se indican los distintos puntos de medición. En el Anejo fotográfico también se disponen instantáneas de la visita.

4.1 NIVELES GEOTÉCNICOS PRESENTES

En la zona se han podido distinguir 3 niveles geotécnicos distintos:

- **Nivel geotécnico 1:** Este nivel es el más superficial y está compuesto por una capa de tierra vegetal cuyo espesor oscila entre 20cm y 1m según las calicatas realizadas. Está constituido por unos suelos limo-arenosos de color oscuro debido al contenido en materia orgánica. Baja compacidad.
- **Nivel geotécnico 2:** Este nivel está conformado por suelos eluviales. Pueden distinguirse fragmentos procedentes de la degradación del sustrato rocoso en medio de una base que se asimila a una arena arcillosa. Presentan una compacidad alta y los espesores del nivel no exceden 1m según los reconocimientos. Salvo defectos puntuales, son este nivel es adecuado para convertirse en la plataforma de los viales de servicio del parque.

- **Nivel geotécnico 3:** Este nivel está formado por el estrato rocoso. La roca presente es una roca metamórfica denominada anfibolita. Este estrato está bastante cerca de la superficie (a 2 metros como mucho según los reconocimientos) y la roca en sí presenta juntas no más cercanas de 30cm lo que indica un grado de degradación pequeño.

4.2 INVENTARIO DE PUNTOS RECONOCIDOS

Se han realizado calicatas de las cuales 2 son ficticias debido a la inaccesibilidad de la zona. Las calicatas se nombran con la letra C seguido de un número identificativo. Los datos obtenidos de las mismas así como las observaciones realizadas se exponen a continuación:

Calicata C1	Cota: 112m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,80	0,8
Nivel geotécnico 2	0,80 - 2,80	2
Nivel geotécnico 3	2,80 -	-

Esta calicata está situada en el futuro punto de conexión del vial del parque a la red existente. En ella puede observarse un espesor de tierra vegetal mayor que en el resto, debido a su situación al pie de la elevación; convirtiéndose en zona de depósito.

Calicata C2	Cota: 130m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,30	0,3
Nivel geotécnico 2	0,30 - 2,60	2,3
Nivel geotécnico 3	2,60 -	-

Calicata C4	Cota: 185m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,20	0,2
Nivel geotécnico 2	0,20 - 2,60	2,4
Nivel geotécnico 3	2,60 -	-

Calicata C5	Cota: 250	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,20	0,2
Nivel geotécnico 2	0,20 - 2,50	2,3
Nivel geotécnico 3	2,50 -	-

Las calicatas 2,4 y 5 están situadas en la ladera de la montaña por donde preferiblemente ha de discurrir el vial de acceso ya que es la ladera de menor pendiente. Aquí puede observarse como la pendiente ha limitado la deposición de la capa superior, siendo esta más fina.

Calicata C3	Cota: 160m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 1	1
Nivel geotécnico 2	1 - 1,80	0,8
Nivel geotécnico 3	1,80 -	-

Aunque la calicata 3 está en la misma zona que las tres anteriores, está situada concretamente en una zona plana. De ahí que puedan observarse espesores mayores de tierra vegetal.



Calicata C6		
	Cota: 220m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,40	0,4
Nivel geotécnico 2	0,40 - 1,20	0,8
Nivel geotécnico 3	1,20 -	-

Calicata C7		
	Cota: 230m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,50	0,5
Nivel geotécnico 2	0,50 - 1,20	0,7
Nivel geotécnico 3	1,20 -	-

Las calicatas 6 y 7 están situadas en las zonas planas situadas entre los dos emplazamientos. Por estas zonas discurrirán los viales de servicio del parque y estará ubicada la subestación. Aunque las pendientes de esta zona son suaves, se aprecia que el espesor de los estratos superiores no es tan grande como en las zonas planas de la parte media e inferior de la montaña.

- **Nivel freático:** No se ha observado la presencia del nivel freático en ninguno de los reconocimientos.

Calicata C8		
	Cota: 260m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,40	0,4
Nivel geotécnico 2	0,40 - 2,20	1,8
Nivel geotécnico 3	2,20 -	-

La calicata 8 corresponde con el emplazamiento del primer aerogenerador o Emplazamiento 1. La zona tiene una pendiente suave y el estrato rocoso no se encuentra muy alejado de la superficie. La vegetación de la zona está compuesta principalmente por eucaliptos.

Calicata C9		
	Cota: 287m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,40	0,3
Nivel geotécnico 2	0,30 - 2	1,7
Nivel geotécnico 3	2 -	-

La calicata 9 corresponde con el emplazamiento del segundo aerogenerador o Emplazamiento 2. La pendiente de esta zona es aún más suave que la anterior, la vegetación es de carácter bajo y hay algún afloramiento rocoso presente en la superficie.

5. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

5.1 CIMENTACIONES DE LOS AEROGENERADORES

Debido a la poca profundidad a la que se encuentra el sustrato rocoso, se recomienda apoyar los aerogeneradores en el terreno mediante una zapata superficial dispuesta sobre el sustrato

rocoso. A continuación se calcula la capacidad portante de la roca según el criterio Hoek-Brown.

Datos de la roca	
Densidad aparente	2,92 g/cm ³
Resistencia compresión simple	249,8 Mpa
Módulo de deformación	90,7 Gpa
Coef. Poisson	0,25

En los datos anteriores la densidad se ha calculado a través de una muestra real, mientras que el resto se ha obtenido de estudios sobre anfíbolitas con la misma densidad.

La presión que es capaz de soportar la roca se obtiene de la siguiente expresión:

$$q_a = C_f 1 * s^{0,5} * \sigma_u(r) * [1 + (m * s^{-0,5} + 1)^{0,5}]$$

Donde:

- C_f es un factor de corrección debido a la forma de la zapata. Para zapatas circulares es 1,2 -s y m son factores dependientes del índice RMR. En este caso el índice es 44 por lo que $m=0,458$ y $s=0,00009$

- σ_u es la resistencia a compresión simple de la roca.

En este caso $q_a = 22,80 \text{ Mpa}$, resultado que debemos dividir por un coeficiente de seguridad que es 3. Por lo tanto **$q_a = 7,6 \text{ Mpa}$** . Este valor debería ser penalizado por un determinado factor dependiente del RCD obtenido en un sondeo de la roca. Pero dado que la tensión que provocará la cimentación sobre el terreno no se acercará ni a la misma magnitud, no lo penalizaremos.

5.2 DESMONTES Y TERRAPLENES.

- **Desmontes**

El material a desmontar será principalmente el suelo residual eluvial que corresponde al nivel geotécnico 2. Debido a la buena compacidad que presenta y a la ausencia de un nivel freático que pueda perjudicar la estabilidad de los taludes, la relación elegida para los desmontes es de 1H:3V.



- **Terraplenes**

Los materiales con los que se terraplenará son las zahorras que utilizarán como firme de los viales y el material propio de la excavación (a excepción de la tierra vegetal). En este caso la relación de pendiente será: 5H:4V

- **Zanjas**

Debido a la naturaleza compacta de los materiales bajo la cubierta vegetal, la ausencia de nivel freático en las profundidades estudiadas y a las dimensiones de las zanjas, es posible la excavación vertical en las mismas.

5.3 EXCAVABILIDAD DE LOS MATERIALES DETECTADOS.

En principio el sustrato rocoso no ha de ser excavado salvo pequeñas deformaciones que sean incompatibles con las formas proyectadas. En dicho caso estas deformaciones pueden ser eliminadas mediante el uso de martillo picador o explosivos en los peores casos aunque su uso es improbable..



APÉNDICE 1: SITUACIÓN RECONOCIMIENTOS

Calicata C1	Cota: 112m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,80	0,8
Nivel geotécnico 2	0,80 - 2,80	2
Nivel geotécnico 3	2,80 -	-

Calicata C2	Cota: 130m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,30	0,3
Nivel geotécnico 2	0,30 - 2,60	2,3
Nivel geotécnico 3	2,60 -	-

Calicata C3	Cota: 160m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 1	1
Nivel geotécnico 2	1 - 1,80	0,8
Nivel geotécnico 3	1,80 -	-

Calicata C4	Cota: 185m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,20	0,2
Nivel geotécnico 2	0,20 - 0,60	2,4
Nivel geotécnico 3	2,60 -	-

Calicata C5	Cota: 250	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,20	0,2
Nivel geotécnico 2	0,20 - 2,50	2,3
Nivel geotécnico 3	2,50 -	-

Calicata C6	Cota: 220m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,40	0,4
Nivel geotécnico 2	0,40 - 1,20	0,8
Nivel geotécnico 3	1,20 -	-

Calicata C7	Cota: 230m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,50	0,5
Nivel geotécnico 2	0,50 - 1,20	0,7
Nivel geotécnico 3	1,20 -	-

Calicata C8	Cota: 260m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,40	0,4
Nivel geotécnico 2	0,40 - 2,20	1,8
Nivel geotécnico 3	2,20 -	-

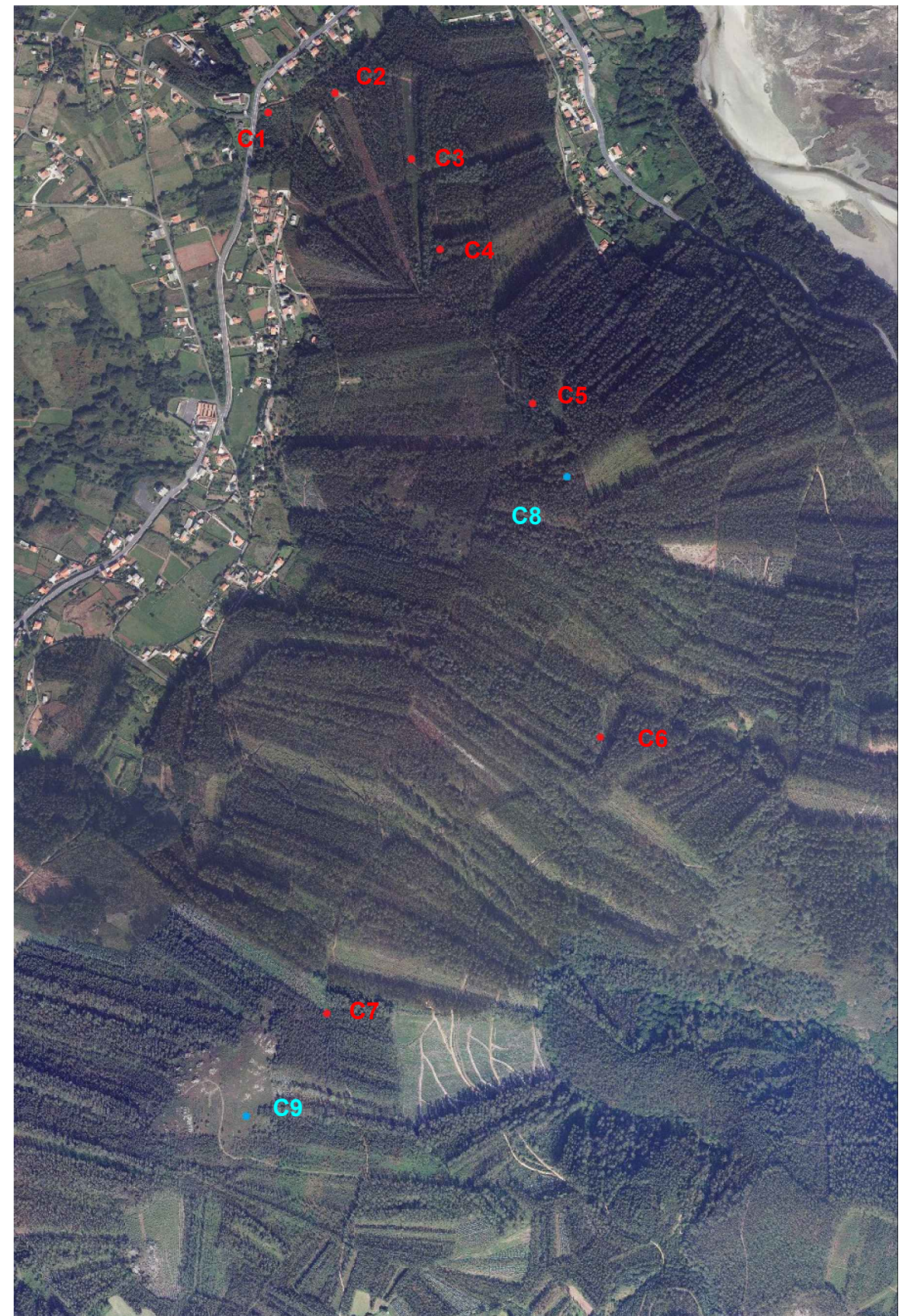
Calicata C9	Cota: 287m	
Niveles	Profundidad (m)	Espesor nivel (m)
Nivel geotécnico 1	0 - 0,30	0,3
Nivel geotécnico 2	0,30 - 2	1,7
Nivel geotécnico 3	2 -	-



Reconocimientos reales



Reconocimientos ficticios



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Emplazamientos reconocimientos geotécnicos

Nº plano:

Escala:

Nº hoja:



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

Anejo 04: Estudio geotécnico

APÉNDICE 2: MAPA GEOTÉCNICO

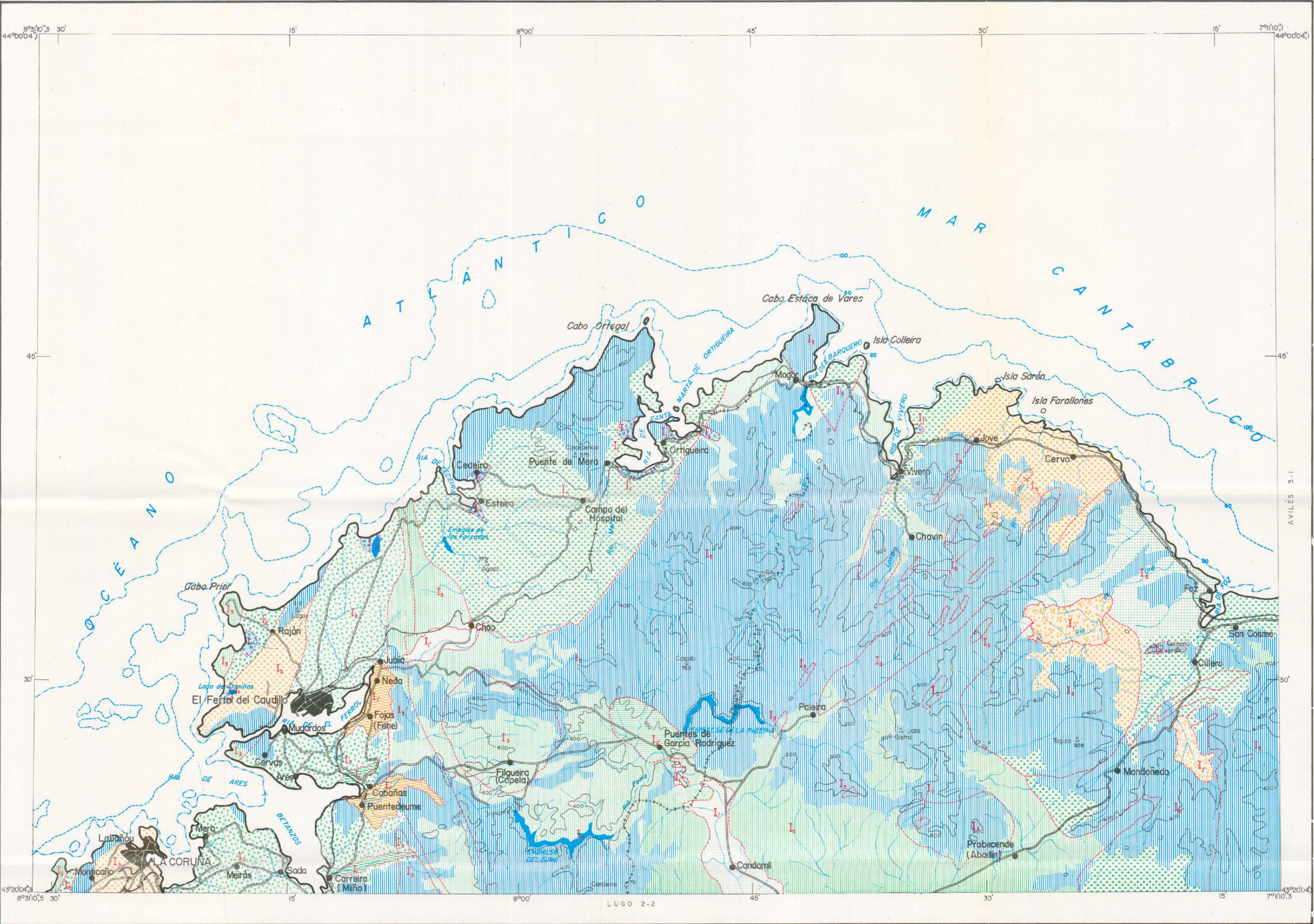


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

LA CORUÑA	2-1
	1

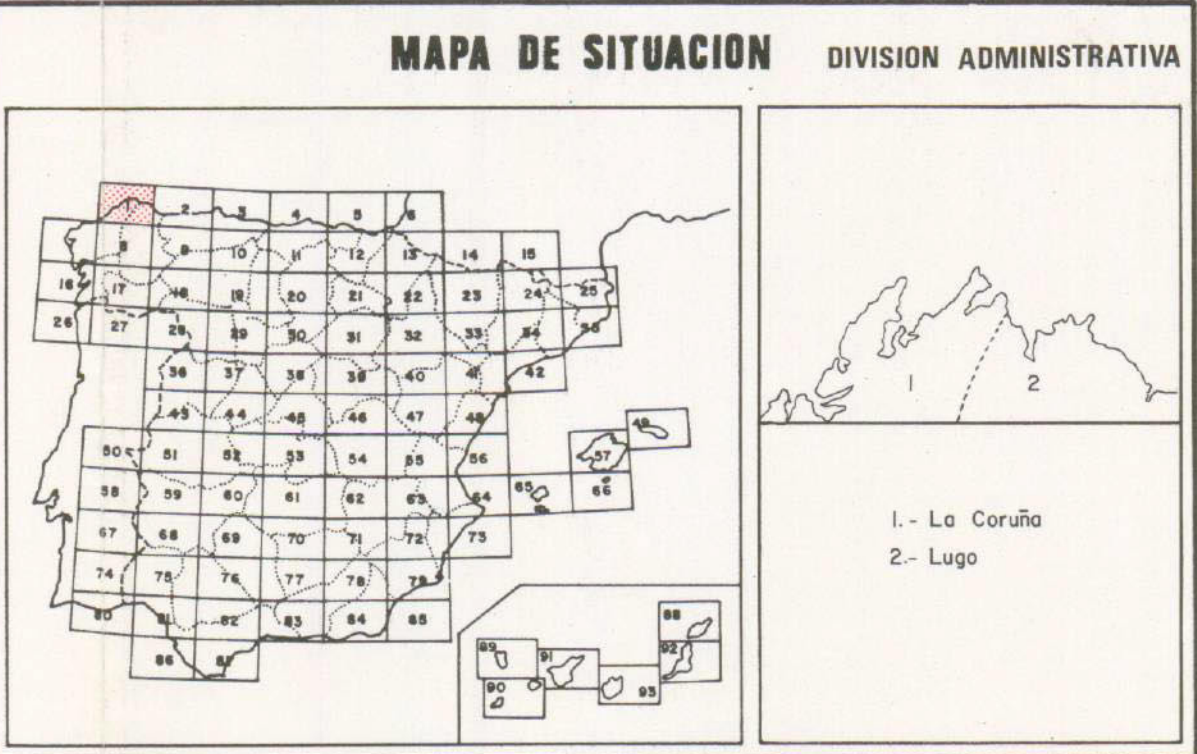


REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I	FORMAS DE RELIEVES SUAVES	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos de deposición moderna, formados por productos procedentes de la erosión y transporte fluvial, o marino. Por lo general, su litología es eminentemente granular —arenas finas y de colores claros— y bien allí donde predominan los aportes fluviales, se entremezclan con arcillas, limos y fangos. Su morfología es eminentemente llana, apareciendo toda ella sujeta a periódicas inundaciones y a un estado de saturación total. Estos factores condicionan unas características geotécnicas desfavorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos.
	FORMAS DE RELIEVES SUAVES	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos procedentes de la alteración de las rocas del sustrato geológico, acumulados en los valles continentales y marinos. Por lo general predominan las litologías arenosas, entremezcladas con limos, arenas, gravas, cantos y lavas de muy diversos tamaños. Su morfología es sensiblemente llana y sus materiales se consideran en general como semipermeables, con unas condiciones de drenaje aceptables que se ven normalmente muy disminuidas por la existencia de un nivel acuífero a poca profundidad. Sus características mecánicas oscilan entre favorables y aceptables en función, tanto de la litología como del anteriormente apuntado nivel acuífero y de los problemas que este plantea.
	FORMAS DE RELIEVES MODERADAS	Se incluyen en ella, un conjunto de rocas orientadas, —con lapididad fina, fácilmente alterables en arcillas y limos, de colores ocres y marrones, y poco resistentes a la erosión—, formado por micacitas, micaesquistos y esquistos. En general presenta una morfología que oscila entre llana y alomada, lo cual favorece parcialmente los deslizamientos, tanto de las montañas de alteración como de grandes lavas de materiales sanos. Sus materiales se consideran impermeables, con una ligera permeabilidad ligada a su lapididad y a la fácil penetración y erosión del agua a lo largo de los planos de esquistosidad, fenómenos ambos que le proporcionan un aceptable drenaje, así como evita la aparición de zonas de encharcamiento en superficie, no así las acumulaciones de bolsas arcillosas de alteración en profundidad. Sus características mecánicas, se consideran favorables —capacidad de carga alta y magnitud de asentamientos baja—, siempre que se esté sobre roca sana, y desfavorables cuando se esté sobre material alterado bien en superficie, bien en profundidad.
	FORMAS DE RELIEVES MODERADAS	Incluye la cubeta miocénica situada sobre Puentes de García Rodríguez, formada por una pequeña capa de aportes modernos —arenas, limos, arcillas y gravas—, que tapiza a la alteración de arcillas y lignitos. Morfológicamente es irregular con pendientes ascendentes desde el centro hasta los bordes, e hidroclógicamente muestra una variación entre la primera capa, bastante permeable, y las inferiores, impermeables, lo que predispone a la aparición de zonas de encharcamiento. Sus características geotécnicas están en función directa de los horizontes arcillosos existentes en profundidad, pues si bien, y en general, son aceptables, la aparición de estos, acarrearán problemas en cuanto a capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos.
	FORMAS DE RELIEVES ACUSADAS	Se incluyen en ella el conjunto de rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general, y salvo zonas de alteración en arenas bastante cementadas, son materiales de alta resistencia a la erosión y muy competentes mecánicamente. Presenta una morfología acusada con pendientes que llegan en algunos puntos al 3 por ciento y, formas abruptas pero redondeadas, esto ligado a la impermeabilidad, de los materiales (ligeramente permeables a causa del grado de tectonización) condiciona un drenaje favorable. Sus características mecánicas son muy favorables, (capacidades de carga altas e inexistencia de asentamientos) pudiendo únicamente aparecer problemas relacionados con las pendientes elevadas y la alteración de áreas de rocas sanas y rocas alteradas en arenas.
	FORMAS DE RELIEVES ACUSADAS	Se incluyen en ella el conjunto de rocas ultrabásicas y metabásicas existentes al N. de la Hoja. Por lo general son materiales competentes, muy fracturados, laxos y de tonalidades oscuras. Presenta una morfología que oscila entre intermedia y montañosa con pendientes que superan en muchos puntos el 30 por ciento, y en la que se observan abundantes fenómenos endógenos, así como las consecuencias de los mismos (fallas, zonas de relleno, depósitos sueltos, etc.). Su drenaje, por escorrentía superficial, es muy favorable estando los posibles afloramientos de agua ligados a fenómenos tectónicos. Sus características mecánicas, favorables en cuanto a resistencia y comportamiento del terreno, se ven disminuidas a causa de las elevadas pendientes y de los problemas relacionados con la fuerte tectónica sufrida.
II	FORMAS DE RELIEVES ACUSADAS	Se incluyen en ella una serie de terrenos de alta competencia mecánica, dispuestos en lavas y en los que se observan litologías de tipo de esquistos y pizarras. Por lo general presenta una morfología de abrupta a montañosa, que predispone el deslizamiento natural así como la fácil ruptura y la acumulación de materiales tabulares. Esto, unido a la impermeabilidad general y a la fácil erosión de los niveles más blandos, favorece a la creación de una amplia red de escorrentía y de un drenaje superficial muy activo. Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos, son muy favorables, estando únicamente afectados por los aspectos geomorfológicos que inciden en ella.
	FORMAS DE RELIEVES ACUSADAS	Es una continuación de la anterior, si bien en ella aparecen una serie de litologías carboníferas que afectan parcialmente sus características hidroclógicas y geotécnicas. En general los aspectos morfológicos y mecánicos son idénticos a los de I. Los hidroclógicos varían ligeramente por la existencia de niveles de calizas y calcosquistos, parcialmente solubles por el agua, que traen como consecuencia: la aparición de niveles acuíferos a distintas profundidades, la existencia de zonas arcillosas procedentes de dicha disolución y la eventual aparición de oquedades en el subsuelo aspecto este que puede, puntualmente influir sobre las condiciones geotécnicas.

TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E. 1:200,000

CRITERIOS DE CLASIFICACION						PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"		
Muy Favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Geomorfológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	De Capacidad de carga	
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos	Geomorfológicos y Geotécnicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	De Asentamientos	
Aceptables	Hidrológicos	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Geotécnicos Varios	
Desfavorables	Geotécnicos (p.d.)	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		
Muy Desfavorables							

LEYENDA		
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES
Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos.	
Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos e Hidrológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos.
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos	





Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 06: CARTOGRAFÍA Y BASES DE REPLANTEO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CARTOGRAFÍA EMPLEADA	1
3. BASES DE REPLANTEO	1
4. PUNTOS DE REPLANTEO.....	1
<u>APÉNDICE 1: BASES DE REPLANTEO.....</u>	2



1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este anejo es hacer una recopilación de la cartografía utilizada para la realización de este proyecto, y exponer la información necesaria para hacer el replanteo.

Se realizará el replanteo tanto de puntos situados sobre el eje de los viales como de los vértices de las plataformas y centros de las cimentaciones.

2. CARTOGRAFÍA EMPLEADA

La cartografía utilizada para la realización de este proyecto es la siguiente:

- Cartografía digital de la zona a escala 1:5.000. Fue facilitada por el servicio de biblioteca de la E.T.S. de I.C.C.P. de la Universidade da Coruña
- Mapa geológico de España 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España (1974)
- Mapa geotécnico del IGME 1:200.000

3. BASES DE REPLANTEO

En este apartado se dan las coordenadas de las bases utilizadas para el replanteo de la actuación. En el "Plano nº2.1: Planta general: Plano guía y bases de replanteo" se refleja de forma gráfica la situación de las mismas.

Los criterios que se han seguido a la hora de escoger dichas bases han sido los siguientes:

- Estar fuera de la zona de actuación de la obra proyectada.
- La distancia máxima entre dos bases consecutivas será de 200 metros.
- El valor mínimo del ángulo que forman las bases de todas las triangulaciones será de 30°.
- Las bases consecutivas deberán ser visibles entre sí.

Al final del presente anejo se adjunta una tabla con la localización de las bases de replanteo

4. PUNTOS DE REPLANTEO

Los puntos utilizados para el replanteo de los ejes de los viales se encuentran definidos en los listados del anejo 07: "Viales y plataformas".



APÉNDICE 1: BASES DE REPLANTEO.

BASES DE REPLANTEO			
BASES	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
B1	572776,50	4832366,83	103,01
B2	572791,60	4832452,40	107,47
B3	572872,76	4832492,03	118,81
B4	572976,57	4832528,53	126,29
B5	573068,43	4832461,20	139,13
B6	573183,57	4832471,90	135,31
B7	573193,64	4832384,44	147,08
B8	573279,21	4832323,42	144,51
B9	573312,68	4832212,86	150,54
B10	573421,15	4832120,85	142,51
B11	573525,96	4832011,16	156,29
B12	573698,04	4831958,57	149,48
B13	573775,59	4831840,06	169,16
B14	573857,51	4831762,50	159,19
B15	573782,56	4831683,20	181,90
B16	573795,64	4831528,97	173,80
B17	573683,22	4831460,12	206,20
B18	573626,58	4831509,79	226,05
B19	573690,19	4831616,98	216,70
B20	573633,55	4831710,22	231,33
B21	573580,40	4831807,82	214,67
B22	573478,67	4831793,06	244,90
B23	573437,85	4831887,32	217,38
B24	573336,17	4831858,37	242,35
B25	573452,69	4831708,45	259,01
B26	573411,87	4831590,45	260,03
B27	573310,19	4831502,87	254,69
B28	573283,80	4831395,52	247,69
B29	573125,20	4831373,99	237,76
B30	573106,78	4831276,08	240,29
B31	573085,43	4831166,83	228,85
B32	573173,07	4831065,27	228,86
B33	573110,00	4831016,12	220,42
B34	573055,12	4830911,28	220,74
B35	572949,47	4830873,61	217,19
B36	572975,51	4830708,91	220,87
B37	572937,07	4830588,06	231,83
B38	572989,28	4830470,59	222,64

B39	572958,57	4830340,83	240,00
B40	572985,07	4830205,71	235,61
B41	572838,24	4830200,67	248,07
B42	572759,06	4830114,30	246,78
B43	572672,69	4830206,43	262,35
B44	572578,40	4830272,65	267,32
B45	572612,23	4830371,98	277,99
B46	572648,78	4830500,40	262,65
B47	572796,63	4830516,96	284,22
B48	572839,29	4830440,52	270,96
B49	572758,71	4830383,04	286,24



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 07: VIALES Y PLATAFORMAS



ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. VIALES.....	1
2.1 CRITERIOS DE DISEÑO	1
2.1.1 Sección transversal.....	1
2.1.2 Trazado en planta	1
2.1.3 Trazado en alzado.....	1
2.1.4 Drenaje.....	2
2.1.5 Regeneración taludes de terraplén.....	2
3. PLATAFORMAS	2
4. ZANJAS PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	3
5. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	3
5.1 CIMENTACIONES	3
5.2 VIALES Y PLATAFORMAS	3
5.3 BALANCE DE MASAS	4
<u>APÉNDICE 1: LISTADO ALINEACIONES VIAL EN PLANTA....</u>	5
<u>APÉNDICE 2: PUNTOS DEL EJE EN ALZADO</u>	6
<u>APÉNDICE 3: ESTADO DE RASANTES</u>	9
<u>APÉNDICE 4: LISTADO DE PLATAFORMAS.....</u>	10



1. OBJETO

Para poder acceder al parque eólico y a los aerogeneradores que lo componen, se proyectan viales de acceso y plataformas de acopio y montaje para la instalación y puesta en marcha de los aerogeneradores. Estos viales se usarán durante el período de explotación del parque para operaciones de mantenimiento.

En el caso de este proyecto, dado que la subestación será construida en un proyecto posterior y en este solo se contempla la explanación de su emplazamiento; la zona destinada a la misma puede funcionar como zona temporal de acopios.

También debe considerarse las zanjas de canalización eléctrica de los aerogeneradores hacia la subestación del parque.

El objeto del presente anejo es el diseño de los viales de servicio del parque, las plataformas para el montaje de los aerogeneradores y la canalización eléctrica. El condicionante principal para los dos primeros será el modelo del aerogenerador, cuyo transporte y montaje determinará su diseño.

2. VIALES

2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Los viales han de diseñarse de forma que permitan el transporte de los aerogeneradores para su posterior. La parte más limitante del aerogenerador en cuanto al transporte son las palas que en este caso, aunque midan 62,5 metros, se pueden modular siendo la longitud mayor de 35 metros.

También determinará el diseño las grúas de gran tonelaje que montaran las turbinas, si bien su longitud no es influyente sino su anchura.

2.1.1 Sección transversal

Puesto que bajo la capa de tierra vegetal, existe un suelo eluvial de gran compacidad, se empleará dicha capa como plataforma de los viales. Además, como los viales no tendrán un uso público extendido a parte de el del mantenimiento del parque y el acceso a las explotaciones forestales (actualmente solo un tractor podría circular por los existentes), solo añadiremos una capa de zahorra artificial de 25cm de espesor.

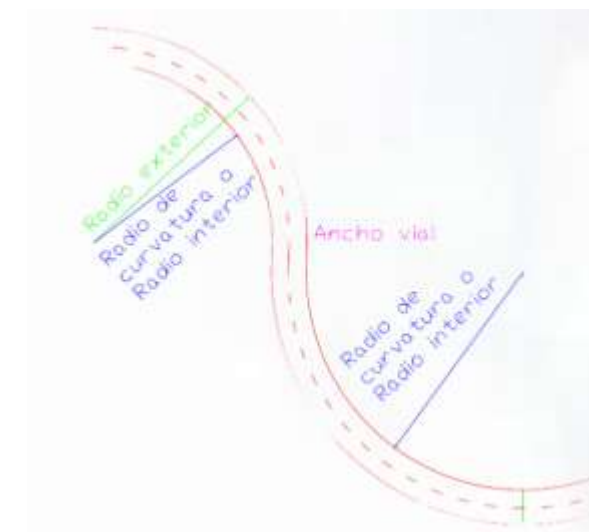
Los aerogeneradores se montan con grúas de celosía. Estas pueden ser de oruga o de gatos hidráulicos. Las de gatos, con 5m de ancho son las más aptas para trabajar en terrenos difíciles por su estrechez (las de orugas alcanzan anchos de 10m).

Los viales tendrán por lo tanto un ancho de 6m. Este ancho nos permite utilizar grúas de gatos sin desmontaje de la misma entre aerogeneradores, y grúas de orugas con desmontaje intermedio.

Las pendientes transversales han de estar comprendidas entre el 0,2% y 2%. Para rectas utilizaremos un bombeo de 2% y en curvas se aplicará un peralte del 2%.

2.1.2 Trazado en planta

El radio mínimo de dichas curvas ha de ser de 35 metros (medido a la cara interior del vial). A los 6m de ancho del vial se le añadirá un sobreamiento de 2m en curvas cuyo radio sea inferior a 75m, 1m cuando este sea inferior a 200m y no se aplicará sobreamientos en curvas cuyo radio sea igual o mayor a 200m (medidos al eje del vial).



2.1.3 Trazado en alzado

En la Norma 3.1 -IC la pendiente máxima establecida es del 10%. En curvas cerradas si dicha pendiente supera el 7% o 10% en rectas se deberá realizar una capa de al menos 18cm de hormigón, situación que queremos evitar. Debido a la orografía tan exigente si un tramo no supera los 200m, una pendiente de hasta el 13% sería admisible sin necesidad de hormigón.

La pendiente mínima en todo caso es del 0,5% con el objetivo de colaborar en el drenaje.

En cuanto al cambio de rasante, el transporte de la nacelle es la actividad limitante. No se permite un desnivel mayor a 20cm en 16 metros. Esto quiere decir que el Kv debe ser 106 o más. En la norma 3.1-IC el Kv mínimo contemplado es de 303 que es el que se tomará como mínimo en los viales. La nacelle se transporta a poca altura del suelo por lo que se debe intentar eliminar irregularidades de la superficie del vial.

La longitud de transición de peralte será de 10m.



2.1.4 Drenaje

En cuanto al drenaje longitudinal, se realizarán cunetas de 60cm de ancho por 40 cm de profundidad, ambas longitudes medidas a partir de la línea de plataforma. Si la pendiente del vial supera el 8% la cuneta debería revestirse en hormigón, pero como se ha dicho anteriormente existe la excepción de las rectas cortas (<200m).

En este tipo de zonas con vegetación abundante el drenaje transversal realizado mediante tubos o conducciones sufre continuos atascos. Debido a esto una solución muy empleada es la de realizar el drenaje transversal mediante incisiones en forma de media caña en el firme del vial.

En las zonas en las que el vial discurre contiguamente a la plataforma, la cuneta pasa a estar formada por un tubo de hormigón armado de 40cm de diámetro para permitir el acceso a las plataformas.

2.1.5 Regeneración taludes de terraplén.

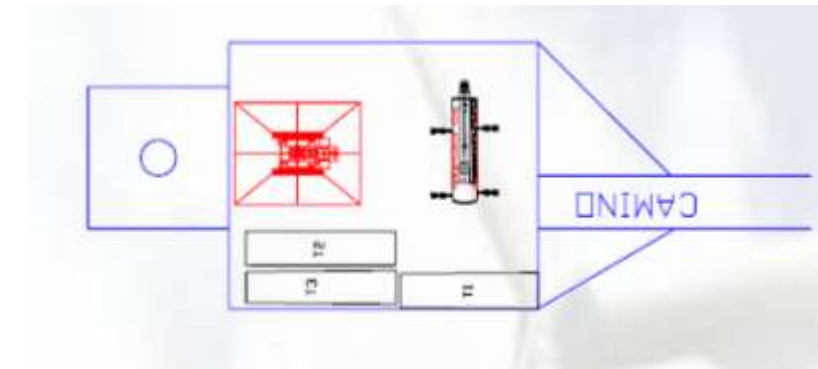
Debido a la gran cantidad de tierra vegetal que se obtendrá después de la explanación del vial y al impacto que este ocasionará en la zona, se decide regenerar los taludes de desmonte con esta tierra dispuesta en una capa de 20cm de espesor; disminuyendo el impacto visual del vial y disminuyendo la cantidad de residuos que habría que transportar a vertedero.

Al final del presente anejo se presenta el listado de alineaciones del vial y en el apartado de mediciones del presupuesto aparece la relación de movimiento de tierras.

3. PLATAFORMAS

En las plataformas de montaje diferenciamos entre plataformas intermedias y plataformas de final del vial. Este proyecto contará con una de cada tipo.

Las dimensiones de las plataformas son función del tamaño del aerogenerador a instalar. Las plataformas intermedias suelen tener forma rectangular mientras que las de final de vial sirven para el giro de los transportes por lo que cuentan con unos semiembudos que permiten la maniobrabilidad como se muestra a continuación.



La superficie de la plataforma debe tener una pendiente mínima del 0,2 % y máxima del 1 %, para poder drenar el agua superficial, no aceptándose en ningún caso superficies cóncavas que darían lugar a la formación de charcos y consiguiente peligro de fluencia del material tras la aplicación de grandes presiones. Además, se tendrá cuidado de que la superficie de plataforma o zona de acopio no drene en ningún caso hacia el vial de acceso a la misma.

En este caso, las plataformas se realizarán con una capa de 25cm de zahorra dispuesta sobre el suelo residual correspondiente al nivel geotécnico 2 (véase anejo 05 Geotecnia)

Las dimensiones de las plataformas están determinadas al uso que tendrán: deben ser capaces de contener las palas montadas (62.5m) de los aerogeneradores, la celosía que se montará posteriormente sobre las grúas y otro tipo de instalaciones y máquinas destinadas a la construcción de las zapatas y montaje de los aerogeneradores.

La explanada 1 (que contiene al emplazamiento 1) tiene forma rectangular mientras que la explanada 2 contiene los semiembudos explicados anteriormente y sus dimensiones aparecen especificadas en los planos correspondientes.

• Explanada subestación

En la zona media entre ambos emplazamientos de aerogeneradores, se ubicará una futura subestación-transformador cuya construcción no está incluida en el presente proyecto.

La parte incluida, corresponde al despeje, desbroce y explanación del terreno necesario para su construcción.

Al final del presente anejo se presenta un listado con los vértices de todas las explanadas y en el apartado de mediciones auxiliares del presupuesto del proyecto se presenta la relación de movimientos de tierras.



4. ZANJAS PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Entre ambos aerogeneradores y la explanada destinada a la subestación, transcurre una zanja destinada a contener los conductores. Estas zanjass de 60 cm de ancho y 110cm de alto, están formadas primordialmente por los materiales excavados, con la excepción de que en la zona inferior por donde discurre el tubo que contiene los cables se rellena con un árido fino sin aristas. La sección tipo de la zanja aparece en el plano correspondiente.

Si bien la partida de los conductores no está incluida en el presente proyecto, pues su dimensionamiento pertenece a una competencia más industrial; se incluye la realización de arquetas de hormigón para facilitar la posterior instalación de los cables, si bien también existe la opción de reabrir la zanja o no cerrarla en su totalidad.

5. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Aunque el listado de movimientos de tierras se incluye en el apartado de mediciones auxiliares perteneciente al documento nº4 Presupuesto, a continuación se expondrán los datos fundamentales de la actividad así como el balance de masas y generación de residuos de carácter pétreo.

5.1 Cimentaciones

VOLUMEN POZO EXCAVACIÓN (m3)	
Radio inferior (m)	11,50
Profundidad (m)	2,3
Talud excavación	1H/3V
Volumen excavación	956,00
Total (2 zapatas)	1912,00

RELLENO SOBRE ZAPATA	
Volumen (m3)	317 Por zapata
Total (2 zapatas)	634 m3

5.2 Viales y plataformas

RESUMEN DE VOLÚMENES TOTALES (m3)	
Vial servicio	
Desmante	70408.40
Terraplén	58907.30
Tierra vegetal	24353.70
Zahorra capa granular	16490.20
Plataforma 1	
Desmante	703.20
Terraplén	153.44
Tierra vegetal	262,35
Zahorra capa granular	731.32
Plataforma 2	
Desmante	11907,25
Terraplén	1717,91
Tierra vegetal	287,26
Zahorra capa granular	907,28
Plataforma 3	
Desmante	995,37
Terraplén	346,43
Tierra vegetal	426,15
Zahorra capa granular	593,39



5.3 Balance de masas.

- **Material de excavación**

Balance de masas (m3)	
Material restante de las cimentaciones	1278
Total desmonte	85514.22
Total tierra vegetal (incluida en desmonte)	25329.46
Total terraplén	60125.08
Balance de masas	59.68 (material de relleno sobrante)

- **Tierra vegetal**

REGENERACIÓN TALUDES	
Tierra vegetal extraída (m3)	25329.46
Superficie a regenerar (m2)	48063.4
Espesor capa tierra vegetal (m)	0,30
Tierra vegetal empleada (m3)	19225.36
Tierra vegetal restante (m3) residuo a transportar	6104.10

**APÉNDICE 1: LISTADO ALINEACIONES VIAL EN PLANTA**

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	AZIMUT
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	RECTA	150.702	0.000	572.749.814	4.832.365.577		390.058
2	CIRC.	89.402	150.702	572.836.479	4.832.488.866	75.000	390.058
3	RECTA	241.423	240.104	572.915.222	4.832.518.692		1.148.928
4	CIRC.	36.995	481.527	573.150.069	4.832.462.728	50.000	1.148.928
5	RECTA	393.375	518.522	573.179.831	4.832.442.197		1.619.959
6	CIRC.	32.507	911.897	573.400.962	4.832.116.858	-75.000	1.619.959
7	RECTA	402.427	944.404	573.424.404	4.832.094.706		1.344.031
8	CIRC.	26.017	1.346.831	573.769.486	4.831.887.665	60.000	1.344.031
9	RECTA	64.738	1.372.848	573.788.246	4.831.869.933		1.620.083
10	CIRC.	43.789	1.437.586	573.824.627	4.831.816.385	50.000	1.620.083
11	RECTA	317.942	1.481.375	573.831.336	4.831.774.516		2.177.625
12	CIRC.	30.552	1.799.317	573.743.772	4.831.468.870	50.000	2.177.625
13	RECTA	32.289	1.829.869	573.727.175	4.831.443.785		2.566.624
14	CIRC.	107.189	1.862.157	573.702.083	4.831.423.463	40.000	2.566.624
15	RECTA	59.529	1.969.346	573.640.519	4.831.471.156		272.588
16	CIRC.	22.852	2.028.875	573.665.237	4.831.525.311	-50.000	272.588
17	RECTA	155.607	2.051.727	573.669.730	4.831.547.515		3.981.623
18	CIRC.	40.846	2.207.334	573.665.239	4.831.703.057	-40.000	3.981.623
19	RECTA	311.911	2.248.180	573.645.158	4.831.736.600		3.331.541
20	CIRC.	44.902	2.560.092	573.374.596	4.831.891.794	-40.000	3.331.541
21	RECTA	18.657	2.604.994	573.332.050	4.831.890.070		2.616.898
22	CIRC.	84.770	2.623.651	573.316.670	4.831.879.508	-40.000	2.616.898
23	RECTA	124.871	2.708.421	573.322.983	4.831.810.021		1.267.742
24	CIRC.	114.663	2.833.292	573.436.972	4.831.759.039	60.000	1.267.742
25	RECTA	82.477	2.947.954	573.455.932	4.831.662.896		2.484.353
26	CIRC.	12.775	3.030.431	573.399.063	4.831.603.160	-60.000	2.484.353
27	RECTA	176.965	3.043.206	573.391.302	4.831.593.044		2.348.808
28	CIRC.	29.777	3.220.171	573.299.121	4.831.441.983	50.000	2.348.808
29	RECTA	134.082	3.249.949	573.277.162	4.831.422.525		2.727.944
30	CIRC.	185.794	3.384.031	573.155.139	4.831.366.954	-125.000	2.727.944
31	RECTA	165.256	3.569.825	573.089.223	4.831.211.167		1.781.701
32	CIRC.	60.420	3.735.082	573.144.786	4.831.055.531	50.000	1.781.701
33	RECTA	182.233	3.795.502	573.130.109	4.831.000.649		2.550.995

34	CIRC.	34.833	3.977.735	572.991.354	4.830.882.515	-50.000	2.550.995
35	RECTA	150.144	4.012.568	572.974.478	4.830.852.846		2.107.488
36	CIRC.	27.146	4.162.712	572.949.247	4.830.704.837	-100.000	2.107.488
37	RECTA	345.057	4.189.858	572.948.351	4.830.677.789		1.934.670
38	CIRC.	165.615	4.534.915	572.983.699	4.830.334.547	130.000	1.934.670
39	RECTA	136.801	4.700.530	572.904.942	4.830.201.465		2.745.698
40	CIRC.	98.037	4.837.331	572778.911 4	830.148.260	100.000	2.745.698
41	RECTA	7.819	4.935.368	572.685.140	4.830.156.792		3.369.823
42	CIRC.	419.697	4.943.187	572.678.604	4.830.161.083	200.000	3.369.823
43	RECTA	72.634	5.362.884	572.699.180	4.830.507.290		705.759
44	CIRC.	115.535	5.435.519	572.764.193	4.830.539.679	48.000	705.759
45	RECTA	67.317	5.551.054	572.830.279	4.830.479.179		2.238.093
46	CIRC.	9.100	5.618.371	572.805.685	4.830.416.515	50.000	2.238.093
47	RECTA	39.293	5.627.471	572.801.610	4.830.408.392		2.353.960
48	CIRC.	52.784	5.666.764	572.780.872	4.830.375.018	50.000	2.353.960
49	RECTA	26.182	5.719.548	572.736.360	4.830.351.449		3.026.028
			5.745.731	572.710.199	4.830.352.519		3.026.028

**APÉNDICE 2: PUNTOS DEL EJE DEL VIAL EN ALZADO**

P.K.	TIPO	COTA	PTE (%)
0.000	Rampa	97.150	11.037
20.000	Rampa	99.357	11.037
40.000	Rampa	101.565	11.037
60.000	Rampa	103.772	11.037
80.000	Rampa	105.980	11.037
100.000	Rampa	108.187	11.037
120.000	Rampa	110.395	11.037
140.000	Rampa	112.602	11.037
143.613	tg. entrada	113.001	11.037
155.873	tg. salida	114.106	6.991
160.000	Rampa	114.395	6.991
180.000	Rampa	115.793	6.991
200.000	Rampa	117.191	6.991
220.000	Rampa	118.589	6.991
238.362	tg. entrada	119.873	6.991
240.000	KV 303	119.992	7.532
246.228	tg. salida	120.525	9.587
260.000	Rampa	121.845	9.587
280.000	Rampa	123.763	9.587
300.000	Rampa	125.680	9.587
320.000	Rampa	127.598	9.587
340.000	Rampa	129.515	9.587
360.000	Rampa	131.433	9.587
380.000	Rampa	133.350	9.587
400.000	Rampa	135.267	9.587
400.913	tg. entrada	135.355	9.587
420.000	KV -500	136.821	5.770
435.814	tg. salida	137.483	2.607
440.000	Rampa	137.592	2.607
460.000	Rampa	138.113	2.607
480.000	Rampa	138.635	2.607
500.000	Rampa	139.156	2.607
520.000	Rampa	139.678	2.607
528.082	tg. entrada	139.888	2.607
540.000	KV 500	140.341	4.991
543.525	tg. salida	140.529	5.696
560.000	Rampa	141.468	5.696
580.000	Rampa	142.607	5.696

600.000	Rampa	143.746	5.696
620.000	Rampa	144.885	5.696
640.000	Rampa	146.024	5.696
642.414	tg. entrada	146.162	5.696
660.000	KV -500	146.854	2.178
670.892	Punto alto	146.973	0.0000
677.259	tg. salida	146.932	-1.274
680.000	Pendiente	146.897	-1.274
700.000	Pendiente	146.642	-1.274
720.000	Pendiente	146.388	-1.274
740.000	Pendiente	146.133	-1.274
760.000	Pendiente	145.878	-1.274
769.221	tg. entrada	145.761	-1.274
771.498	tg. salida	145.740	-
			0.5220
780.000	Pendiente	145.696	-
			0.5220
800.000	Pendiente	145.592	-
			0.5220
820.000	Pendiente	145.487	-
			0.5220
840.000	Pendiente	145.383	-
			0.5220
860.000	Pendiente	145.278	-
			0.5220
880.000	Pendiente	145.174	-
			0.5220
900.000	Pendiente	145.070	-
			0.5220
920.000	Pendiente	144.965	-
			0.5220
940.000	Pendiente	144.861	-
			0.5220
948.838	tg. entrada	144.815	-
			0.5220
951.447	Punto bajo	144.808	0.0000
960.000	KV 500	144.881	1.711
976.755	tg. salida	145.448	5.062
980.000	Rampa	145.613	5.062
1.000.000	Rampa	146.625	5.062
1.020.000	Rampa	147.637	5.062
1.040.000	Rampa	148.650	5.062

1.060.000	Rampa	149.662	5.062
1.080.000	Rampa	150.674	5.062
1.100.000	Rampa	151.686	5.062
1.120.000	Rampa	152.699	5.062
1.130.641	tg. entrada	153.237	5.062
1.140.000	KV -500	153.623	3.190
1.145.263	tg. salida	153.764	2.137
1.160.000	Rampa	154.079	2.137
1.180.000	Rampa	154.506	2.137
1.200.000	Rampa	154.933	2.137
1.220.000	Rampa	155.361	2.137
1.240.000	Rampa	155.788	2.137
1.260.000	Rampa	156.216	2.137
1.280.000	Rampa	156.643	2.137
1.300.000	Rampa	157.071	2.137
1.320.000	Rampa	157.498	2.137
1.340.000	Rampa	157.925	2.137
1.346.892	tg. entrada	158.073	2.137
1.360.000	KV 500	158.525	4.759
1.366.007	tg. salida	158.847	5.960
1.380.000	Rampa	159.681	5.960
1.400.000	Rampa	160.873	5.960
1.420.000	Rampa	162.065	5.960
1.440.000	Rampa	163.257	5.960
1.460.000	Rampa	164.449	5.960
1.480.000	Rampa	165.641	5.960
1.500.000	Rampa	166.833	5.960
1.520.000	Rampa	168.025	5.960
1.540.000	Rampa	169.217	5.960
1.560.000	Rampa	170.409	5.960
1.560.286	tg. entrada	170.426	5.960
1.580.000	KV 500	171.989	9.903
1.588.446	tg. salida	172.897	11.592
1.600.000	Rampa	174.237	11.592
1.620.000	Rampa	176.555	11.592
1.640.000	Rampa	178.873	11.592
1.660.000	Rampa	181.192	11.592
1.680.000	Rampa	183.510	11.592
1.700.000	Rampa	185.829	11.592

1.720.000	Rampa	188.147	11.592
1.740.000	Rampa	190.465	11.592
1.747.962	tg. entrada	191.388	11.592
1.760.000	KV -1000	192.711	10.388
1.780.000	KV -1000	194.589	8.388
1.793.152	tg. salida	195.606	7.073
1.800.000	Rampa	196.090	7.073
1.820.000	Rampa	197.505	7.073
1.840.000	Rampa	198.919	7.073
1.860.000	Rampa	200.334	7.073
1.880.000	Rampa	201.749	7.073
1.900.000	Rampa	203.163	7.073
1.920.000	Rampa	204.578	7.073
1.940.000	Rampa	205.992	7.073
1.960.000	Rampa	207.407	7.073
1.980.000	Rampa	208.822	7.073
2.000.000	Rampa	210.236	7.073
2.020.000	Rampa	211.651	7.073
2.040.000	Rampa	213.065	7.073
2.060.000	Rampa	214.480	7.073
2.069.108	tg. entrada	215.124	7.073
2.069.485	tg. salida	215.151	7.198
2.080.000	Rampa	215.908	7.198
2.100.000	Rampa	217.348	7.198
2.120.000	Rampa	218.787	7.198
2.140.000	Rampa	220.227	7.198
2.160.000	Rampa	221.666	7.198
2.162.169	tg. entrada	221.822	7.198
2.180.000	KV -1000	222.947	5.414
2.200.000	KV -1000	223.829	3.414
2.215.890	tg. salida	224.246	1.825
2.220.000	Rampa	224.321	1.825
2.240.000	Rampa	224.686	1.825
2.260.000	Rampa	225.051	1.825
2.280.000	Rampa	225.416	1.825
2.300.000	Rampa	225.781	1.825
2.320.000	Rampa	226.146	1.825
2.340.000	Rampa	226.511	1.825
2.360.000	Rampa	226.876	1.825



2.380.000	Rampa	227.241	1.825
2.400.000	Rampa	227.606	1.825
2.420.000	Rampa	227.972	1.825
2.434.791	tg. entrada	228.242	1.825
2.440.000	KV 500	228.364	2.867
2.455.096	tg. salida	229.024	5.886
2.460.000	Rampa	229.313	5.886
2.480.000	Rampa	230.490	5.886
2.500.000	Rampa	231.668	5.886
2.520.000	Rampa	232.845	5.886
2.540.000	Rampa	234.022	5.886
2.554.282	tg. entrada	234.863	5.886
2.555.849	tg. salida	234.959	6.404
2.560.000	Rampa	235.225	6.404
2.580.000	Rampa	236.506	6.404
2.600.000	Rampa	237.787	6.404
2.620.000	Rampa	239.067	6.404
2.640.000	Rampa	240.348	6.404
2.660.000	Rampa	241.629	6.404
2.680.000	Rampa	242.910	6.404
2.700.000	Rampa	244.190	6.404
2.720.000	Rampa	245.471	6.404
2.740.000	Rampa	246.752	6.404
2.760.000	Rampa	248.033	6.404
2.780.000	Rampa	249.313	6.404
2.800.000	Rampa	250.594	6.404
2.820.000	Rampa	251.875	6.404
2.840.000	Rampa	253.156	6.404
2.860.000	Rampa	254.437	6.404
2.880.000	Rampa	255.717	6.404
2.900.000	Rampa	256.998	6.404
2.920.000	Rampa	258.279	6.404
2.924.111	tg. entrada	258.542	6.404
2.940.000	KV -750	259.391	4.285
2.960.000	KV -750	259.982	1.619
2.972.139	Punto alto	260.080	0.0000
2.975.889	tg. salida	260.071	- 0.5000
2.980.000	Pendiente	260.050	- 0.5000
2.986.276	tg. entrada	260.019	- 0.5000

2.993.724	tg. salida	259.926	-1.990
3.000.000	Pendiente	259.801	-1.990
3.020.000	Pendiente	259.403	-1.990
3.040.000	Pendiente	259.005	-1.990
3.058.715	tg. entrada	258.633	-1.990
3.060.000	KV -750	258.606	-2.161
3.080.000	KV -750	257.907	-4.828
3.090.244	tg. salida	257.343	-6.194
3.100.000	Pendiente	256.739	-6.194
3.120.000	Pendiente	255.500	-6.194
3.140.000	Pendiente	254.261	-6.194
3.160.000	Pendiente	253.023	-6.194
3.180.000	Pendiente	251.784	-6.194
3.181.391	tg. entrada	251.698	-6.194
3.183.571	tg. salida	251.570	-5.474
3.200.000	Pendiente	250.671	-5.474
3.220.000	Pendiente	249.576	-5.474
3.240.000	Pendiente	248.482	-5.474
3.260.000	Pendiente	247.387	-5.474
3.280.000	Pendiente	246.292	-5.474
3.297.161	tg. entrada	245.353	-5.474
3.300.000	KV 303	245.211	-4.537
3.301.609	tg. salida	245.142	-4.006
3.320.000	Pendiente	244.405	-4.006
3.340.000	Pendiente	243.604	-4.006
3.360.000	Pendiente	242.803	-4.006
3.380.000	Pendiente	242.002	-4.006
3.400.000	Pendiente	241.201	-4.006
3.420.000	Pendiente	240.400	-4.006
3.440.000	Pendiente	239.599	-4.006
3.460.000	Pendiente	238.798	-4.006
3.480.000	Pendiente	237.997	-4.006
3.500.000	Pendiente	237.195	-4.006
3.520.000	Pendiente	236.394	-4.006
3.540.000	Pendiente	235.593	-4.006
3.560.000	Pendiente	234.792	-4.006
3.579.153	tg. entrada	234.025	-4.006
3.580.000	KV -1000	233.991	-4.090
3.600.000	KV -1000	232.973	-6.090
3.604.352	tg. salida	232.698	-6.525
3.620.000	Pendiente	231.677	-6.525

3.640.000	Pendiente	230.372	-6.525
3.660.000	Pendiente	229.067	-6.525
3.680.000	Pendiente	227.762	-6.525
3.700.000	Pendiente	226.457	-6.525
3.720.000	Pendiente	225.152	-6.525
3.740.000	Pendiente	223.847	-6.525
3.760.000	Pendiente	222.542	-6.525
3.780.000	Pendiente	221.236	-6.525
3.800.000	Pendiente	219.931	-6.525
3.809.743	tg. entrada	219.296	-6.525
3.820.000	KV 500	218.731	-4.474
3.840.000	KV 500	218.237	- 0.4740
3.840.257	tg. salida	218.236	- 0.4225
3.860.000	Pendiente	218.152	- 0.4225
3.880.000	Pendiente	218.068	- 0.4225
3.882.982	tg. entrada	218.055	- 0.4225
3.885.095	Punto bajo	218.051	0.0000
3.900.000	KV 500	218.273	2.981
3.909.018	tg. salida	218.623	4.785
3.920.000	Rampa	219.148	4.785
3.940.000	Rampa	220.105	4.785
3.960.000	Rampa	221.062	4.785
3.961.564	tg. entrada	221.137	4.785
3.976.991	tg. salida	221.637	1.699
3.980.000	Rampa	221.688	1.699
4.000.000	Rampa	222.028	1.699
4.020.000	Rampa	222.368	1.699
4.040.000	Rampa	222.708	1.699
4.060.000	Rampa	223.048	1.699
4.080.000	Rampa	223.387	1.699
4.100.000	Rampa	223.727	1.699
4.114.565	tg. entrada	223.975	1.699
4.120.000	KV -500	224.037	0.6122
4.123.061	Punto alto	224.047	0.0000
4.131.138	tg. salida	223.982	-1.616
4.140.000	Pendiente	223.838	-1.616
4.160.000	Pendiente	223.515	-1.616

4.180.000	Pendiente	223.192	-1.616
4.200.000	Pendiente	222.869	-1.616
4.220.000	Pendiente	222.546	-1.616
4.240.000	Pendiente	222.223	-1.616
4.256.051	tg. entrada	221.964	-1.616
4.260.000	KV 500	221.915	- 0.8256
4.264.128	Punto bajo	221.898	0.0000
4.280.000	KV 500	222.150	3.174
4.280.779	tg. salida	222.176	3.330
4.300.000	Rampa	222.816	3.330
4.320.000	Rampa	223.482	3.330
4.340.000	Rampa	224.148	3.330
4.359.647	tg. entrada	224.802	3.330
4.360.000	KV 600	224.814	3.389
4.380.000	KV 600	225.825	6.722
4.385.595	tg. salida	226.227	7.655
4.400.000	Rampa	227.330	7.655
4.420.000	Rampa	228.861	7.655
4.440.000	Rampa	230.392	7.655
4.460.000	Rampa	231.923	7.655
4.480.000	Rampa	233.454	7.655
4.500.000	Rampa	234.985	7.655
4.509.228	tg. entrada	235.691	7.655
4.520.000	KV -500	236.400	5.501
4.531.362	tg. salida	236.896	3.228
4.540.000	Rampa	237.174	3.228
4.560.000	Rampa	237.820	3.228
4.580.000	Rampa	238.466	3.228
4.600.000	Rampa	239.111	3.228
4.620.000	Rampa	239.757	3.228
4.640.000	Rampa	240.402	3.228
4.660.000	Rampa	241.048	3.228
4.680.000	Rampa	241.694	3.228
4.700.000	Rampa	242.339	3.228
4.720.000	Rampa	242.985	3.228
4.740.000	Rampa	243.631	3.228
4.758.301	tg. entrada	244.221	3.228
4.760.000	KV 800	244.278	3.440
4.780.000	KV 800	245.216	5.940
4.792.588	tg. salida	246.063	7.514



4.800.000	Rampa	246.620	7.514
4.820.000	Rampa	248.123	7.514
4.840.000	Rampa	249.625	7.514
4.860.000	Rampa	251.128	7.514
4.880.000	Rampa	252.631	7.514
4.900.000	Rampa	254.134	7.514
4.920.000	Rampa	255.637	7.514
4.940.000	Rampa	257.139	7.514
4.960.000	Rampa	258.642	7.514
4.980.000	Rampa	260.145	7.514
5.000.000	Rampa	261.648	7.514
5.020.000	Rampa	263.151	7.514
5.040.000	Rampa	264.653	7.514
5.060.000	Rampa	266.156	7.514
5.080.000	Rampa	267.659	7.514
5.087.803	tg. entrada	268.245	7.514
5.100.000	KV -800	269.069	5.989
5.120.000	KV -800	270.017	3.489
5.135.575	tg. salida	270.409	1.542
5.140.000	Rampa	270.477	1.542
5.160.000	Rampa	270.785	1.542
5.180.000	Rampa	271.094	1.542
5.200.000	Rampa	271.402	1.542
5.220.000	Rampa	271.711	1.542
5.240.000	Rampa	272.019	1.542
5.260.000	Rampa	272.328	1.542
5.280.000	Rampa	272.636	1.542
5.300.000	Rampa	272.945	1.542
5.320.000	Rampa	273.253	1.542

5.340.000	Rampa	273.562	1.542
5.360.000	Rampa	273.870	1.542
5.380.000	Rampa	274.179	1.542
5.400.000	Rampa	274.487	1.542
5.420.000	Rampa	274.796	1.542
5.440.000	Rampa	275.104	1.542
5.441.698	tg. entrada	275.130	1.542
5.445.058	tg. salida	275.201	2.651
5.460.000	Rampa	275.597	2.651
5.480.000	Rampa	276.127	2.651
5.500.000	Rampa	276.657	2.651
5.520.000	Rampa	277.187	2.651
5.540.000	Rampa	277.718	2.651
5.560.000	Rampa	278.248	2.651
5.560.289	tg. entrada	278.256	2.651
5.560.832	tg. salida	278.270	2.830
5.580.000	Rampa	278.813	2.830
5.600.000	Rampa	279.379	2.830
5.620.000	Rampa	279.945	2.830
5.633.340	tg. entrada	280.323	2.830
5.640.000	KV 1000	280.533	3.496
5.660.000	KV 1000	281.432	5.496
5.672.665	tg. salida	282.209	6.763
5.680.000	Rampa	282.705	6.763
5.700.000	Rampa	284.057	6.763
5.720.000	Rampa	285.410	6.763
5.740.000	Rampa	286.762	6.763
5.745.731	Rampa	287.150	6.763

**APÉNDICE 3: ESTADO DE RASANTES**

PENDIENTE	LONGITUD	PARÁMETRO	VERTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		DIF. PTE.
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(%)
					0.000	97.150			
11.037.288	12.260	303.000	149.743	113.678	143.613	113.001	155.873	114.106	-4.046
6.991.091	7.866	303.000	242.295	120.148	238.362	119.873	246.228	120.525	2.596
9.587.181	34.901	500.000	418.364	137.028	400.913	135.355	435.814	137.483	-6.980
2.606.971	15.443	500.000	535.803	140.090	528.082	139.888	543.525	140.529	3.089
5.695.476	34.845	500.000	659.837	147.154	642.414	146.162	677.259	146.932	-6.969
-1.273.503	2.277	303.000	770.359	145.746	769.221	145.761	771.498	145.740	0.752
-0.521965	27.917	500.000	962.796	144.742	948.838	144.815	976.755	145.448	5.583
5.061.474	14.622	500.000	1.137.952	153.607	1.130.641	153.237	1.145.263	153.764	-2.924
2.137.114	19.115	500.000	1.356.450	158.277	1.346.892	158.073	1.366.007	158.847	3.823
5.960.118	28.160	500.000	1.574.366	171.265	1.560.286	170.426	1.588.446	172.897	5.632
11.592.097	45.190	1.000.000	1.770.557	194.008	1.747.962	191.388	1.793.152	195.606	-4.519
7.073.056	0.377	303.000	2.069.296	215.138	2.069.108	215.124	2.069.485	215.151	0.124
7.197.519	53.721	1.000.000	2.189.029	223.755	2.162.169	221.822	2.215.890	224.246	-5.372
1.825.383	20.305	500.000	2.444.943	228.427	2.434.791	228.242	2.455.096	229.024	4.061
5.886.411	1.568	303.000	2.555.065	234.909	2.554.282	234.863	2.555.849	234.959	0.517
6.403.826	51.779	750.000	2.950.000	260.200	2.924.111	258.542	2.975.889	260.071	-6.904
-0.500000	7.448	500.000	2.990.000	260.000	2.986.276	260.019	2.993.724	259.926	-1.490
-1.989.572	31.529	750.000	3.074.480	258.319	3.058.715	258.633	3.090.244	257.343	-4.204
-6.193.481	2.181	303.000	3.182.481	251.630	3.181.391	251.698	3.183.571	251.570	0.720
-5.473.744	4.449	303.000	3.299.385	245.231	3.297.161	245.353	3.301.609	245.142	1.468
-4.005.510	25.199	1.000.000	3.591.752	233.520	3.579.153	234.025	3.604.352	232.698	-2.520
-6.525.399	30.514	500.000	3.825.000	218.300	3.809.743	219.296	3.840.257	218.236	6.103
-0.422535	26.035	500.000	3.896.000	218.000	3.882.982	218.055	3.909.018	218.623	5.207
4.784.560	15.427	500.000	3.969.277	221.506	3.961.564	221.137	3.976.991	221.637	-3.085
1.699.165	16.573	500.000	4.122.852	224.115	4.114.565	223.975	4.131.138	223.982	-3.315
-1.615.512	24.728	500.000	4.268.415	221.764	4.256.051	221.964	4.280.779	222.176	4.946
3.330.094	25.949	600.000	4.372.621	225.234	4.359.647	224.802	4.385.595	226.227	4.325
7.654.867	22.134	500.000	4.520.295	236.538	4.509.228	235.691	4.531.362	236.896	-4.427
3.228.078	34.287	800.000	4.775.445	244.775	4.758.301	244.221	4.792.588	246.063	4.286
7.513.983	47.773	800.000	5.111.689	270.040	5.087.803	268.245	5.135.575	270.409	-5.972
1.542.409	3.359	303.000	5.443.378	275.156	5.441.698	275.130	5.445.058	275.201	1.109
2.651.151	0.542	303.000	5.560.560	278.263	5.560.289	278.256	5.560.832	278.270	0.179
2.830.189	39.325	1.000.000	5.653.003	280.879	5.633.340	280.323	5.672.665	282.209	3.933
6.762.699							5.745.731	287.150	



APÉNDICE 4: LISTADO PLATAFORMAS

Explanada 1			
Punto	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
1	573399,55	4831715,05	260,25
2	573446,96	4831670,41	260,25
3	573415,61	4831638,5	260
4	573368,73	4831682,58	260

Explanada 2			
Punto	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
1	572635,42	4830390,45	287,3
2	572692,75	4830380,2	287,3
3	572711,54	4830358,72	287,2
4	572708,54	4830344,87	287,1
5	572691,05	4830331,05	287
6	572626,72	4830342,23	287

Explanada 3			
Punto	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
1	573073,99	4831014,8	218,3
2	573096,43	4830987,64	218,3
3	573045,16	4830945,27	218
4	573022,71	4830972,43	218



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 08: CIMENTACIONES



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	1
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CIMENTACION	1
2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	1
2.2.1 Despeje y desbroce.....	1
2.2.2 Excavación del pozo.....	1
2.2.3 Vertido de hormigón de limpieza	1
2.2.4 Montaje del armado.....	1
2.2.5 Hormigonado	1
2.2.6 Relleno del pozo con material de la excavación	2
3. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN	2
3.1 COEFICIENTES DE SEGURIDAD	2
3.2 DATOS DEL TERRENO	2
3.3 AMBIENTE DE EXPOSICIÓN.....	2
3.4 ACCIONES SOBRE LA CIMENTACIÓN.....	2
4. CÁLCULO	2
4.1 COMPROBACIÓN A VUELCO.....	2
4.2 COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO.....	3
4.3 COMPROBACIÓN TENSION TRANSMITIDA AL TERRENO..	3
4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO	3



1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es emplear las recomendaciones obtenidas en el anejo 05 Geotecnia y definir una cimentación para los aerogeneradores del proyecto.

Debido a la similitud del terreno en ambos emplazamientos emplearemos un único modelo de zapata para ambos emplazamientos.

Es necesario señalar que la empresa de los aerogeneradores no ha proporcionado las cargas sobre cimentación por lo que usaremos las de un modelo muy similar que se han podido obtener: el G-128 de 4.5 MW.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

La cimentación está compuesta por un cuerpo de base circular y canto variable y un pedestal en la parte superior del anterior donde se montará el aerogenerador. A continuación se muestra una figura con la forma de la zapata.

La primera parte estará hecha de hormigón HA-35 mientras que la segunda, de HA-50.

El armado consiste en dos niveles (uno en la cara superior de la zapata y otro en el inferior) compuestos por redondos dispuestos en dirección radial y circunferencial. La armadura de cortante, que consiste en numerosos pies de pato se dispondrá en el medio de los dos niveles.

Adicionalmente se disponen 2 mallazos en el centro de cada cara por donde los anteriores redondos no discurren.

La unión de la cimentación con el fuste consiste en una virola montada en el interior de la zapata a la que se unirán mediante tuercas y contratueras los pernos de anclaje. Estos pernos, que están envainados, se hacen pasar por el fuste del aerogenerador, se tensan con gatos y se inmovilizan con otro juego de tuercas. Para reforzar el interior de la zapata frente a los esfuerzos que este sistema originará se dispone también una armadura de refuerzo en las inmediaciones de los pernos envainados.

Toda esa información aparece plasmada en los planos correspondientes.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

La realización de las cimentaciones requiere una serie de actividades que se describirán a continuación.

2.2.1 Despeje y desbroce

El despeje y desbroce del espacio dedicado a las cimentaciones se hará conjuntamente al despeje y desbroce de las explanadas.

2.2.2 Excavación del pozo

A continuación se procederá a la excavación del pozo. De acuerdo con las conclusiones obtenidas en el anejo geotécnico el talud de la excavación será 1H:3V.

2.2.3 Vertido de hormigón de limpieza

Una vez excavado el pozo, se procede al vertido del hormigón de limpieza. Este hormigón será un HM-20/P/20/I dispuesto en una capa de 10cm como mínimo.

2.2.4 Montaje del armado

En cuanto haya adquirido una resistencia aceptable el hormigón de limpieza, se procederá al montaje de la armadura y de los elementos de unión del fuste que se situarán en el interior de la zapata.

2.2.5 Hormigonado

El hormigonado de la zapata constará de 3 partes diferenciadas:

- Se hormigonará una capa de 35cm con HA-35/F/20/IIa pues el armado inferior es bastante denso y requiere una consistencia fluída para su correcto hormigonado.
- Una vez endurecida esa capa, el resto del cuerpo de la zapata se hormigonará con HA35/B/20/IIa
- Por último el pedestal donde se apoyará el aerogenerador se hormigonará con HA-50/B/20/IIIa.



2.2.6 Relleno del pozo con material de la excavación.

Por último, se rellena con el material de la excavación hasta el nivel superior del pedestal. Este relleno colabora en la resistencia al vuelco de la zapata por lo que se requiere una especial atención en la compactación del mismo. Los primeros 50cm deberá tener una densidad seca igual a la obtenida en el ensayo Próctor, y el resto deberá alcanzar por lo menos el 95%.

3. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

3.1 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Los Coeficientes parciales de Seguridad de los materiales adoptados para estados límite últimos, de acuerdo a lo expuesto en el Artículo 15.3 de la EHE (tabla 15.3) son:

- Coeficiente minoración del acero, $\gamma_s = 1,15$
- Coeficiente minoración del hormigón, $\gamma_c = 1,5$

Sobre las acciones no se aplicará ningún coeficiente pues estas ya están mayoradas.

3.2 DATOS DEL TERRENO

La cimentación se realizará sobre el sustrato rocoso explicado en el anejo geotécnico:

Datos de la roca	
Densidad aparente	2,92 g/cm ³
Resistencia compresión simple	249,8 Mpa
Módulo de deformación	90,7 Gpa
Coef. Poisson	0,25
Ángulo rozamiento interno	32

- Tensión admisible: 7.6 MPa (sin verse afectado por coeficientes degradadores debido al RCD)

3.2.1 Cálculo coeficiente de balasto:

- Tensión aplicada al terreno= 275kN/m²
- Asiento provocado= 3.68×10^{-5} m
- Coeficiente de balasto= 746.153 t/m³ (como orden de magnitud, valores superiores a 800.000t/m³ pertenecen a rocas sanas)

3.3 AMBIENTE DE EXPOSICIÓN.

Para el cuerpo de la zapata que está enterrado en su totalidad sin agresividad química, el ambiente será IIa. El pedestal en cambio está en contacto con el aire en un ambiente marino por lo que el ambiente será IIIa.

Para facilitar los cálculos escogeremos un único recubrimiento mínimo para toda la zapata. El ambiente más restrictivo en este sentido es el IIIa. Para este ambiente, si no se emplea un cem IIIa; el recubrimiento mínimo para una estructura con 50 años de vida útil como máximo será de 45mm. En este caso se elige 50mm.

3.4 ACCIONES SOBRE LA CIMENTACIÓN.

Las acciones sobre la zapata son las siguientes:

Acciones	
Aerogenerador	
F_{xy} (kN)	1533
F_z (kN)	-12340
M_y (mkN)	-152600
Volumen zapata (m ³)	517,42
Densidad hormigón kg/m ³	2500
Peso zapata (kN)	12685,4
Volumen relleno (m ³)	317
Densidad relleno kg/m ³	2000
Peso relleno (kN)	6217,42

4. CÁLCULO

4.1 COMPROBACIÓN A VUELCO:

Fuerzas estabilizadoras: Peso aerogenerador, zapata y relleno

Brazo: $D/2 = 11$ m

Fuerzas desestabilizadoras: M_y y F_{xy}

Brazo: 2.3m

Momento estabilizador=283.151mkN

Momento desestabilizador=156.125,9mkN

COEFICIENTE SEGURIDAD AL VUELCO (>1.8)= 1.81 (cumple)



4.2 COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO:

Fuerzas deslizantes: F_{xy}

Fuerzas de rozamiento: $(F_z + W) \cdot \tan(2/3\phi)$

COEFICIENTE DE DESLIZAMIENTO (>1.5) = 5.94 (cumple)

4.3 COMPROBACIÓN TENSIÓN TRANSMITIDA AL TERRENO

Se ha empleado el método de cálculo para zapatas de planta no rectangular recogido en el libro "Curso aplicado de cimentaciones" de J.M. Rodríguez Ortiz y otros donde la tensión máxima para una zapata circular con una carga excéntrica (en este caso el sistema equivalente) viene dada por:

$$\sigma_{max} = K \cdot 4 \cdot NT / \pi \cdot d^2$$

Donde:

K: coeficiente tabulado es función de la excentricidad de aplicación de la carga y del diámetro del círculo inscrito en el octógono.

d : diámetro de la zapata circular.

La excentricidad debida a la acción de las fuerzas volcadoras viene dada por: $e = My / NT$

$$e = 6.2388$$

$$k = 4.18$$

$$\sigma_{max} = 0.275 \text{ Mpa} < 7.6 \text{ Mpa (Cumple)}$$

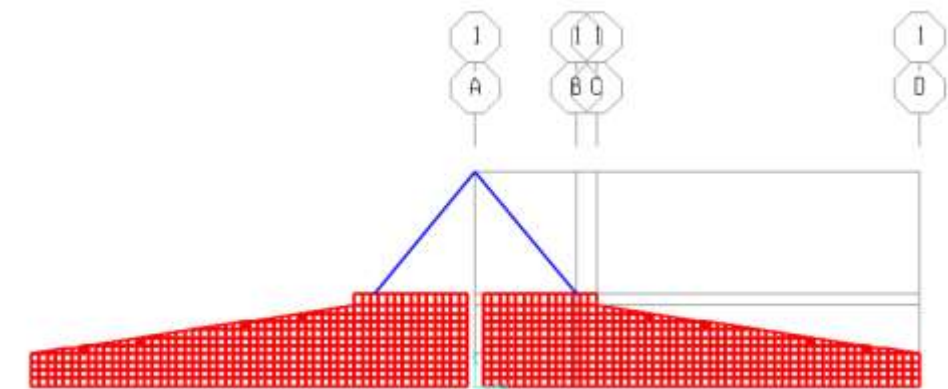
4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL ARMADO

4.4.1 EXPLICACIÓN DEL PROCESO

Con el objetivo de dimensionar el armado de la zapata emplearemos el programa SAP2000. Revolucionando una sección alrededor del eje central de la zapata conseguimos introducir la geometría de la misma en el programa.

Una vez tenemos la figura, se le asignan los distintos materiales con sus propiedades.

Para simular mejor la transmisión de cargas a la zapata, en lugar de situar las cargas en el punto central de la superficie de la zapata, situamos las cargas por encima de la zapata y las transmitimos mediante unas barras rígidas (hechas de un material ficticio con un módulo de deformación muy alto) a través de una corona circular que simula el fuste del aerogenerador. A continuación se puede apreciar mejor este sistema:



En la cara inferior del sólido, añadimos unos muelles no lineales (no aceptan tracciones, solo compresiones) cuya rigidez es el coeficiente de balasto anteriormente calculado.

Con toda la cimentación introducida en el programa, se corre el análisis. A continuación utilizamos la aplicación "Section Cuts" para determinar la resultante de fuerzas en distintos puntos de la zapata y en distintas direcciones. Debido a la magnitud del momento M_y , supondremos un estado de flexión simple. Con estas resultantes y el prontuario de hormigón armado adaptado a la EHE-08 podemos determinar la cuantía necesaria en dirección radial y circunferencial por unidad de longitud además de la armadura de cortante.

La armadura de cortante consiste en una serie de pies de pato. Estos se han dimensionado con el mismo prontuario. Su descripción y colocación están dispuestos en los planos de la cimentación

A continuación se muestra un cuadro con estas resultantes, las cuantías necesarias y las soluciones propuestas:



DIMENSIONAMIENTO ARMADO ZAPATA			
Distancia al centro	Momento resultante	Cuantía	Solución adoptada
(m)	mkN/m	cm ² /m	-
Armadura radial			
Armado superior			
3,00-6,00	1668,64	19,87	180φ20+180φ16+180φ12
6,00-9,00	263,12	4,04	180φ12+180φ16
9,00-11,00	45,31	1,01	180φ12
Armado inferior			
3,00-6,00	1977,76	23,59	360φ20+180φ12
6,00-9,00	375,64	5,79	180φ20+180φ12
9,00-11,00	60,00	1,32	180φ12
Armadura circunferencial			
Armado superior			
3,00-5,00	907,00	10,75	φ12 c/100mm
5,00-9,00	155,00	2,38	φ8 c/200mm
9,00-11,00	83,00	1,82	φ8 c/350mm
Armado inferior			
3,00-5,00	738,00	8,74	φ12 c/100mm
5,00-9,00	60,00	1	φ8 c/250mm
9,00-11,00	134,00	1,94	φ8 c/200mm



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 09: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1	
2. LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	1	
3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO	1	
4. DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO	1	
4.1 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA ELEGIDA	2	
4.2 AEROGENERADORES.....	3	
4.3 VIALES DE ACCESO Y PLATAFORMAS	3	
4.4 CIMENTACIONES	4	
4.5 ZANJAS PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS	4	
5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	4	
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	4	
5.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN	6	
5.2.1 Impacto sobre la calidad del aire.....	6	
5.2.2 Impacto sobre el nivel de ruido y vibraciones	6	
5.2.3 Impacto sobre la hidrología.....	6	
5.2.4 Impacto sobre la vegetación	6	
5.2.5 Impacto sobre la fauna.....	7	
5.2.6 Impacto sobre el paisaje	7	
5.2.7 Impacto socioeconómico	8	
5.3 FASE DE EXPLOTACIÓN	8	
5.3.1 Impacto sobre el nivel de ruido y vibraciones	8	
5.3.2 Impacto sobre la fauna.....	8	
5.3.3 Impacto sobre el paisaje	8	
5.3.4 Impacto sobre la socioeconomía	9	
5.4 FASE DE ABANDONO.....	9	
6. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROTECTORAS	10	
6.1 PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	10	
6.2 PROTECCIÓN DEL RUIDO Y VIBRACIONES	10	
6.3 PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS	10	
6.4 PROTECCIÓN DEL SUELO Y GEOMORFOLOGÍA.....	10	
6.5 PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN	11	
6.6 PROTECCIÓN DE LA FAUNA	12	
6.7 PROTECCIÓN DEL PAISAJE.....	12	
6.8 PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN	12	
7. SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS	13	
7.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN	13	
7.1.1 Calidad del aire.....	13	
7.1.2 Ruido y vibraciones	13	
7.1.3 Suelo y geomorfología	13	
7.1.4 Vegetación.....	14	
7.1.5 Fauna.....	15	
7.2 SEGUIMIENTO DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA....	15	
7.3 SEGUIMIENTO DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN	15	



1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es describir el impacto ambiental que generará la instalación del parque eólico en Pantín, evaluarlo y proponer medidas de prevención y reducción.

La evaluación ambiental de proyectos, programas y planes está determinada por la ley 21/2013 de evaluación ambiental.

2. LEY 21/ 2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Esta norma contiene el régimen jurídico que debe regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental. Para ello se propone simplificar el procedimiento de evaluación ambiental, incrementar la seguridad jurídica de los operadores y lograr la concertación de la normativa sobre evaluación ambiental.

La nueva ley **unifica en una sola norma** la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos y modificaciones posteriores al citado texto refundido, estableciéndose un esquema similar para ambos procedimientos (evaluación ambiental estratégica y evaluación de impacto ambiental)

En lo que a proyectos se refiere, la ley distingue entre procedimiento ordinario, que llevará a la creación de un estudio de impacto ambiental, y procedimiento simplificado; donde el documento de la evaluación ambiental consiste en un estudio simplificado de evaluación ambiental.

En el anexo I de la ley, se recogen los proyectos que deben someterse al primer procedimiento mientras que en el anexo II; los que deben someterse al segundo.

En cuanto a los parques eólicos encontramos estos casos:

Anexo I (procedimiento ordinario):

- Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan 50 o más aerogeneradores, o que tengan más de 30 MW o que se encuentren a menos de 2 km de otro parque eólico en funcionamiento, en construcción, con autorización administrativa o con declaración de impacto ambiental
- Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red

Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:

- Parques eólicos que tengan más de 10 aerogeneradores o 6 MW de potencia.

Anexo II (procedimiento simplificado)

- Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía. (Parques eólicos) no incluidos en el anexo I, salvo las destinadas a autoconsumo que no excedan los 100 kW de potencia total.

Por lo tanto el presente proyecto, que está incluido en el anexo II deberá someterse a procedimiento simplificado

En el presente anejo se desarrollará el documento ambiental que el promotor o persona interesada en realizar el proyecto deberá presentar al órgano sustantivo que ostenta las competencias para autorizar el proyecto.

Este documento ambiental debe contener:

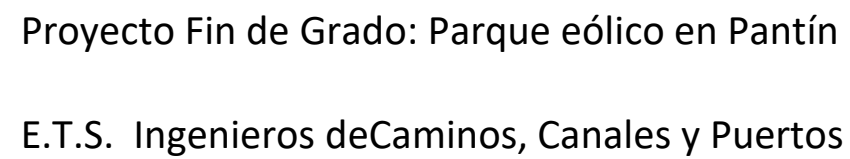
- La motivación de la aplicación de este procedimiento.
- Las características, definición y ubicación del proyecto.
- Una evaluación de los efectos previsibles durante todas las fases del mismo.
- Una serie de medidas que permitan prevenir, reducir y compensar los efectos negativos del proyecto.

3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO

Como ha sido explicado en el apartado anterior, el hecho de ser un parque eólico pequeño y no afectar a áreas protegidas como Red Natura 2000, motiva la aplicación del procedimiento simplificado.

4. DEFINICIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto de fin de grado se plantea la instalación de un aprovechamiento eólico en el área de desenvolvimiento eólico (ADE) nombrada en el Plan Sectorial Eólico de Galicia como "Dos Penidos"



Todos los elementos que componen la obra están descritos en los anejos y planos correspondientes.

Las 3 alternativas propuestas son las siguientes:

- Alternativa 3: Parque eólico con 2 aerogeneradores ENERCON E-101 E2 3.50 MW con altura de buje 74m.

Aerogenerador	X (UTM)	Y (UTM)	z (m)
1	573399,85	4831699,40	260
2	572644,75	4830377,23	287

Matriz de decisión				
Criterio	Peso	A1	A2	A3
Producción	0,25	5	4	2
Económico	0,35	5	3	2
Orografía	0,10	2	2	2
Incidencia núcleos población	0,05	3	3	3
Afecciones medio ambiente	0,15	3	3	5
Accesibilidad	0,10	5	2	3

Alternativa 1	
Potencia nominal (kW)	5.000
Altura buje	81m
Longitud aspa	62,5m*
Diámetro rotor	128m
Área barrida	12868m²



Número aerogeneradores	2
Potencia instalada (kW)	10.000
Producción anual (GWh)	34,305
Inversión inicial estimada	13.259.683,34 €
VAN	9.222.227,47 €
TIR	12,72%
Plazo recuperación	11 años

La alternativa 1 supone una mayor inversión inicial aunque a largo plazo resulta la más rentable pues su ratio de producción es más alto. De los 3 aerogeneradores, posiblemente sea la que produzca un mayor impacto visual pues, a pesar de no ser la más alta, su diámetro de rotor es el mayor de todas.

Por el contrario la alternativa en sí es la que produce un menos impacto en la zona pues su diseño modular permite suavizar los criterios de diseño de los viales de servicio y por lo tanto, disminuir el volumen de movimiento de tierras necesario.

En cuanto al ruido no se ha podido confirmar que alternativa es mejor ya que aunque la alternativa 1 está compuesta por los aerogeneradores más grandes, estos están provistos de una tecnología más avanzada en este sentido. Desgraciadamente, la empresa no ha proporcionado ninguna información a mayores de la pública y se ha podido comprobar qué aerogenerador es más perjudicial en este apartado.

4.2 AEROGENERADORES:

Los aerogeneradores empleados en el presente modelo son unos G-128 de 5.0MW desarrollados por Gamesa. Este modelo:

- Ofrece una fiabilidad superior:
 - Diseño modular de la nacelle y palas orientado a minimizar el tiempo de inactividad.
 - Eliminación de componentes de alta velocidad de giro en el tren de potencia.
 - Exhaustivo plan de validación y ensayo, así como un primer prototipo operativo desde

2009.

- Cumple con unos requisitos logísticos y de construcción similares a los de la plataforma Gamesa 2.0-2.5 MW:
 - Diseño modular de la nacelle y palas para optimizar el transporte y la logística.
 - El módulo más pesado no supera el peso de una nacelle de 2 MW.
 - Gamesa FlexiFit®: Grúa acoplada a nacelle para montaje y mantenimiento.
- Optimiza el coste de energía (CoE):
 - Mayor producción para proyectos con espacio limitado.
 - Optimización de las posiciones energéticas.
 - Ahorros potenciales en la obra civil del proyecto.
- Se adapta a los requisitos de cualquier código de conexión a red: Gamesa GridMate®:
 - Óptima conexión a red gracias a la tecnología de generador de imanes permanentes + full converter.
- Cumple con la normativa medioambiental:
 - Reducción del impacto visual.
 - Reducción del ruido: sistema Gamesa NRS® y nuevo perfil de pala

4.3 VIALES DE ACCESO Y PLATAFORMAS

Se proyecta un vial con el que se conecta los emplazamientos de los aerogeneradores a la red vial existente. Se trata de un vial de una calzada de 6m de ancho y 5746m de longitud. En curvas se proyecta un sobreebanco para mejorar la maniobrabilidad de los vehículos. El suelo presente en la explanada presenta de por sí una buena capacidad portante debido a su naturaleza eluvial por lo que como firme se adopta una capa granular de zahorra artificial de



25cm de espesor. En cuanto al drenaje, se realizan cunetas de tierra excepto en las conexiones vial-plataforma donde se instalará un tubo de hormigón armado.

Una vez realizados los viales, se propone la regeneración de los taludes de desmonte para reducir el volumen de tierra vegetal en acopio que tendrá que ser llevada a vertedero.

También se proyectan 2 explanadas cuyas dimensiones son lo suficientemente grandes como para albergar las palas de cada aerogenerador así como la celosía desmontada de la grúa y otros elementos necesarios para la construcción de las zapatas y el montaje de los aerogeneradores.

Una tercera explanada se realizará con la idea de albergar en un futuro la subestación del parque. Las dimensiones son similares a las de las explanadas anteriormente citadas.

4.4 CIMENTACIÓN

La cimentación está compuesta por un cuerpo de base circular y canto variable y un pedestal en la parte superior del anterior donde se montará el aerogenerador.

La primera parte estará hecha de hormigón HA-35 mientras que la segunda, de HA-50.

El armado consiste en dos niveles (uno en la cara superior de la zapata y otro en el inferior) compuestos por redondos dispuestos en dirección radial y circunferencial. La armadura de cortante, que consiste en numerosos pies de pato se dispondrá en el medio de los dos niveles.

Adicionalmente se disponen 2 mallazos en el centro de cada cara por donde los anteriores redondos no discurren.

4.5 ZANJAS PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Entre ambos aerogeneradores y la explanada destinada a la subestación, transcurre una zanja destinada a contener los conductores. Estas zanjás de 60 cm de ancho y 110cm de alto, están formadas primordialmente por los materiales excavados, con la excepción de que en la zona inferior por donde discurre el tubo que contiene los cables se rellena con un árido fino sin aristas. Se proyectan también arquetas de paso a lo largo del trazado de las zanjás

5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.

Los impactos esperables para la instalación, puesta en servicio y explotación de un parque eólico como el estudiado, son marcadamente diferentes para las diferentes fases del mismo.

Así, el tipo, alcance y características de los impactos en la fase de construcción y puesta en servicio son diferentes a los esperables durante la explotación de la instalación y a los de la fase de abandono, una vez finalizada la vida útil del parque.

Por ello, se consideraran de modo separado los impactos esperables en las diferentes fases. Así, en lo que se refiere a las fases temporales, se habrá de considerar:

- **Fase de obra:** acondicionamiento, accesos, obras y puesta en servicio.
- **Fase de explotación:** considerando la fase temporal desde la puesta en marcha a la finalización del aprovechamiento eólico.
- **Fase de abandono:** Corresponde a la fase de desmantelamiento del parque.

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Los impactos que se definirán en el anejo, se caracterizarán según los siguientes atributos:

Naturaleza del impacto: Determina si el impacto es positivo (+) o negativo (-).

- Efecto positivo (+): Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.
- Efecto negativo (-): Aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.



Incidencia del impacto: Indicador en el que se recoge la incidencia inmediata de un impacto, o bien incidencia de ese impacto debido a la relación de un sector con otro.

- Efecto directo: Aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.
- Efecto indirecto: Aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.

Continuidad del impacto: Determina si la alteración es constante en el tiempo o no.

- Efecto continuo: Aquel que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.
- Efecto discontinuo: Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.

Acumulación del efecto: Esta circunstancia explica la capacidad sinérgica que posee un determinado efecto sobre el medio.

- Efecto simple: Aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.
- Efecto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.
- Efecto sinérgico (S): Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.

Persistencia: Hace referencia al periodo de manifestación del efecto.

- Efecto permanente: Aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.
- Efecto temporal: Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

Reversibilidad del efecto: Hace referencia a la posibilidad o imposibilidad de retorno a la situación pre operacional.

- Efecto reversible: Aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- Efecto irreversible: Aquel que supone la imposibilidad, o la «dificultad extrema», de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.

Manifestación del efecto: la forma en que se manifiesta el efecto en el tiempo.

- Efecto periódico: Aquel que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
- Efecto de aparición irregular: Aquel que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

Posibilidad de medidas correctoras: Esta última característica permite conocer la posibilidad de subsanar las consecuencias derivadas de un efecto.

- Efecto recuperable: Aquel en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.
- Efecto irrecuperable: Aquel en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

Los atributos expuestos de valoración atienden a las siguientes definiciones:

- **Impacto compatible:** Aquel cuya recuperación se prevé inmediata una vez finalizada la actividad que lo produce y por el que no se precisará ningún tipo de medida correctora especial.
- **Impacto moderado:** Aquel cuya recuperación no precisa de prácticas correctoras y/o protectoras intensivas, aunque sí de un cierto tiempo para su definitiva recuperación o para su asimilación entre los sistemas naturales afectados.



- **Impacto severo:** Aquel cuya recuperación puede precisar de prácticas correctoras intensivas, requiriendo de un largo intervalo de tiempo para su definitiva recuperación o integración en el entorno.
- **Impacto crítico:** Cuando se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación, incluso con adopción de medidas correctoras y/o protectoras.

5.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN

5.2.1 Impacto sobre la calidad del aire

- **Descripción:**

La maquinaria utilizada durante las obras emite gases de combustión pero, dada la magnitud de tales emisiones y la dispersión de contaminantes por el viento, el deterioro esperable de la calidad del aire es muy bajo y no afectaría en modo alguno a núcleos habitados. Los movimientos de tierra y la circulación de vehículos, pueden provocar un aumento local de la cantidad de polvo y partículas en suspensión y su posterior depósito sobre el terreno. Este efecto tiene carácter puntual y se ciñe básicamente a la etapa de construcción.

- **Valoración**

El impacto es de tipo negativo, de efecto directo, carácter acumulativo, reversible, de manifestación a corto plazo, mitigable, y de aparición irregular. El impacto se valora, pues, como **compatible** y no requiere medidas correctoras.

5.2.2 Impacto sobre el nivel de ruido y vibraciones

- **Descripción**

Durante la fase de construcción se requiere la participación de maquinaria de obras públicas que emite elevados niveles sonoros, previstos entre 70 y 90 dB(A).

- **Valoración**

Teniendo en cuenta que esta situación es de carácter temporal, el impacto ambiental de la intrusión de ruido en el entorno durante la fase constructiva y el incremento del Nivel de Presión Sonora ambiental (NPS) esperado, cabe calificarlo como negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, periódico, continuo y de manifestación a corto plazo. Se considera que la magnitud del impacto es globalmente **compatible**

5.2.3 Impacto sobre la hidrología.

- **Descripción**

En la fase de construcción, las afecciones sobre nuestra zona son nulas debido a que no tenemos ningún cauce que afecte a nuestra construcción.

El riesgo existente de contaminar las aguas subterráneas radica en el uso de maquinaria pesada y en los vertidos puntuales.

El riesgo potencial de fugas accidentales de hidrocarburos, aceites, etc., por el tráfico de la maquinaria de obras, transporte de materiales, y de las operaciones en las zonas de instalaciones auxiliares, podrían ocasionar efectos negativos en las aguas subterráneas.

Sin embargo, es muy poco probable que, aunque se diesen estos impactos de forma puntual, los contaminantes pudieran llegar a alcanzar el nivel freático.

- **Valoración**

Aunque este impacto es bastante improbable, se valora como un impacto temporal, reversible (a medio plazo) y aparición regular; por lo que se considerará **compatible**.

5.2.4 Impacto sobre la vegetación.

- **Descripción**

Los principales impactos que se pueden producir en la vegetación del ámbito de estudio serán consecuencia de las siguientes actuaciones:

- Apertura de nuevos viales para el acceso a los aerogeneradores
- Construcción de las plataformas y cimentaciones para la instalación de los aerogeneradores
- Construcción de las zanjas para el cableado necesario



Las acciones susceptibles de emitir polvo, pueden provocar la deposición de partículas sólidas en la superficie de la cubierta vegetal, impidiendo realizar correctamente los procesos fotosintéticos y metabólicos de las plantas, considerándose de poca importancia, debido a la desaparición de las partículas en suspensión en el aire cuando finalice la construcción y a la limpieza de las superficies vegetales con la primera lluvia.

Para la ejecución de la explanada de la obra será necesario realizar una eliminación de la vegetación actualmente existente.

- **Valoración**

Se considera que la naturaleza del impacto previsible de la construcción sobre la vegetación y flora de su entorno negativo, temporal, sinérgico, directo, reversible, recuperable, continuo y de manifestación a corto plazo. El impacto se valora finalmente como **compatible**, dado que no se verán afectadas especies amenazadas y que la incidencia sobre las especies de la vegetación natural de la zona será muy reducida.

5.2.5 Impacto sobre la fauna

- **Descripción**

Las comunidades de vertebrados terrestres son, en general, muy sensibles a alteraciones en su estructura (desaparición de especies o alteración de sus equilibrios poblacionales) como consecuencia de la ejecución de proyectos de infraestructuras. Sin embargo, en el caso de los parques eólicos, ningún estudio conocido ha puesto en evidencia un efecto significativo de la ejecución de estos proyectos sobre las comunidades faunísticas en general o sobre ninguna especie en concreto. No obstante, el caso de la avifauna merece ser considerado aparte, dado que en algunos casos la incidencia cuantitativa de estas instalaciones sobre las aves puede llegar a ser alta aunque ese tema pertenece al apartado de explotación.

Una de las maneras en que un proyecto de parque eólico puede afectar a la fauna de su entorno, ya sean aves u otras especies, es a través de potenciales molestias y efectos directos de las obras sobre ejemplares y poblaciones, sus refugios, madrigueras, etc., especialmente durante el periodo de la reproducción. Igualmente puede afectar al hábitat de algunas especies como consecuencia de la ocupación del suelo y de la implantación de las instalaciones, ya sea a través de una potencial pérdida neta de hábitat o de una disminución en la calidad del mismo por alteración de la estructura de la vegetación y el sustrato. Pero es la ocurrencia de accidentes de

colisión contra las aspas de los aerogeneradores y los cables de los tendidos la incidencia potencial más relevante de las plantas eólicas sobre la fauna, aves y quirópteros en concreto.

La apertura de vías de acceso y la construcción del parque y de la línea eléctrica implica la presencia y actividad continuada en la zona de personal y maquinaria pesada durante el tiempo correspondiente a dichos trabajos. Esto originará presumiblemente molestias para algunas especies, que podrán presentar problemas de nidificación, cría o alimentación.

Las especies de anfibios, reptiles y mamíferos terrestres presentes en el emplazamiento y su entorno próximo se consideran poco vulnerables ante las actuaciones proyectadas por su capacidad de adaptación y reubicación (dentro, incluso, del mismo emplazamiento) hacia zonas adyacentes que no se verán afectadas.

Por todo lo apuntado, el impacto de la fase de construcción sobre la fauna en general será negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, de aparición irregular, discontinuo y de manifestación a corto plazo. Se considera que el impacto será globalmente **moderado**, ya que la incidencia sobre la comunidad faunística en su conjunto se considera que será reducida y de baja intensidad.

5.2.6 Impacto sobre el paisaje

- **Descripción**

En la fase de construcción, se producen alteraciones del paisaje en dos sentidos. Por una parte, la presencia y funcionamiento de los elementos necesarios para la construcción, como maquinaria pesada, vehículos de transporte, intensidad de tránsito alto, generación de residuos, etc. y, por otro lado se considera la destrucción de la vegetación y modificación de la geomorfología como impactos inducidos sobre el paisaje. Éstos se producen en unos casos de forma temporal (acopio de materiales, etc.), pero resultan permanentes en su mayoría y se produce a través de movimientos de tierras en la zona de obra, construcción de caminos de acceso, explotación de zonas de préstamo y creación de escombreras.

- **Valoración**

La incidencia de estos elementos es debida al fuerte contraste cromático y de textura que supone con respecto a su entorno inmediato, junto con la modificación de las formas del relieve.



En conclusión, considerando el valor intrínseco del paisaje de la zona, así como los efectos que sobre éste produce la ejecución del proyecto, el impacto global se califica en los siguientes términos: negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, continuo, y de manifestación a corto plazo. En conjunto se define como **moderado**, ya que las características físicas, territoriales y paisajísticas propias del espacio rural exteriorizan una apreciable coherencia y un grado notable de equilibrio.

5.2.7 Impacto sobre la socioeconomía:

- **Descripción y valoración**

El proceso constructivo de la infraestructura conlleva una necesidad de materiales, maquinaria, medios auxiliares, etc. que activan la economía de la zona al aumentar la demanda de estos recursos en las áreas cercanas a la localización de las obras.

La necesidad de mano de obra para la ejecución de las obras es un hecho real. Si bien ello no implica que dichas necesidades se cubran con trabajadores de la zona, una obra de infraestructura siempre supone un factor de oportunidad para el empleo de la zona, tanto para el empleo directo como para el indirecto.

Por otra parte, las afecciones negativas vendrán dadas por las fases de obra correspondientes a excavaciones, movimientos de tierra, movimientos de maquinaria, transporte y acopio de materiales, instalaciones auxiliares de obra, actividades de extracción en canteras, demoliciones y construcciones de obra civil.

En global, se considera que las obras producirán un impacto positivo sobre este factor.

5.3 FASE DE EXPLOTACIÓN

5.3.1 Impacto sobre el nivel de ruido y vibraciones

- **Descripción**

La perturbación del medio por ruidos en periodo de explotación será debida a los aerogeneradores.

Estos producirán un ruido de origen aerodinámico (movimiento de las palas) y otro de origen mecánico (sistema de transmisión y generador eléctrico). El nivel de ruido producido en cada

instante dependerá tanto del diseño de estos elementos como de las condiciones atmosféricas en que se desarrolle (velocidad del viento y turbulencias). Eventualmente, cuando se accionen los sistemas de frenado de los aerogeneradores, aumentará considerablemente el nivel de ruido.

El aerogenerador presenta un diseño aerodinámico de punta de pala y diseño de componentes mecánicos que minimizan el ruido emitido. Adicionalmente, Gamesa ha desarrollado el sistema de control de ruido Gamesa NRS®, que permite programar el ruido emitido de acuerdo con criterios como fecha, hora o dirección del viento.

- **Valoración**

El impacto acústico producido por el proyecto se califica, pues, en los siguientes términos: negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, periódico, continuo y de manifestación a corto plazo. Se considera que la magnitud del impacto es globalmente **moderado** debido a la presencia de núcleos de población.

5.3.2 Impacto sobre la fauna.

- **Descripción**

Aunque la mayoría de la información del impacto sobre la fauna ya se expuso en el apartado anterior, cabe prestar especial atención a la avifauna.

Aunque a menos de 10km existe una zona ZEPA, la magnitud del impacto sobre la fauna por colisión contra los aerogeneradores se califica como moderado, dada la escasa dimensión de la actuación proyectada (tan sólo 2 aerogeneradores). Además no se prevé una alta frecuentación del emplazamiento por las especies de aves residentes en dicha zona ya que no suelen abandonar la zona costera.

- **Valoración**

Se considera pues, un impacto **moderado con seguimiento recomendado**.

5.3.3 Impacto sobre el paisaje

- **Descripción**



En cuanto a la fase de funcionamiento, la mayor repercusión paisajística de la ejecución del proyecto deriva, indudablemente, del emplazamiento de los aerogeneradores, elementos que, dadas sus características y dimensiones resultan imposibles de ocultar o apantallar.

El grado de incidencia paisajística de los aerogeneradores depende de numerosos factores estrechamente relacionados, ya que a las consecuencias de la implantación de éstos, como elementos ajenos o discordantes y, frecuentemente, como hitos del paisaje, cabe añadir su condición de registros de fácil y continua percepción desde el territorio; así como de elementos beneficiados en el consumo visual en detrimento de las cualidades del medio natural y las referencias geográficas sobre las que se emplazan. A este respecto hay que tener en cuenta que las infraestructuras de aprovechamiento de los recursos eólicos deparan una incidencia visual y paisajística que, pese a ser evidente, apenas se encuentra valorada en la actualidad y, por tanto, supone una materia sujeta a discrepancias según sensibilidades.

- **Valoración.**

Este impacto es bastante similar al planteado para la fase de construcción: el impacto global se califica en los siguientes términos: negativo, temporal, simple, directo, reversible, recuperable, continuo, y de manifestación a corto plazo. En conjunto se define como **moderado**, ya que las características físicas, territoriales y paisajísticas propias del espacio rural exteriorizan una apreciable coherencia y un grado notable de equilibrio.

5.4.4 Impacto sobre la socioeconomía.

- **Descripción**

Durante estas fases, se puede producir un incremento de la demanda de mano de obra, de forma directa por el mantenimiento de la infraestructura.

En caso de valorar los costes sociales de la energía eólica con otras formas de obtención de energía, esta resulta ampliamente positiva. Además, se mejora la distribución de energía eléctrica en la zona.

- **Valoración**

De modo más concreto, los efectos generadores de externalidades pueden considerarse positivo, permanentes (a expensas de la vida del Parque), reversible a medio plazo, sinérgico, simple, indirecto, discontinuo.

Por todo lo anterior se puede clasificar el impacto como **compatible**.

5.4 FASE DE ABANDONO

La vida media de un parque eólico esta, en gran medida, condicionada por la duración de los componentes de los aerogeneradores y, de modo especial las palas, cuya duración está prevista para 20 - 30 años. La fase de abandono lleva implícita una nueva fase de obra, si bien de menor magnitud que la pre-operacional, que engloba el desmantelamiento de las turbinas, subestación, así como el traslado de todo el material retirado del Parque.

Hoy en día, la mayoría de los componentes del parque son ya reciclables, por ejemplo:

Palas.- Actualmente se siguen dos líneas: valorización para combustible y materia prima, y reciclado para la fabricación de otros componentes.

Buje (reciclado como chatarra), eje lento (reciclado como chatarra), multiplicadora (si está en buen estado se puede usar como recambio para otros aerogeneradores, aceites y filtros para gestor autorizado), eje de alta velocidad (reciclado como chatarra), generador (reciclado como chatarra),...

Torre.- Reciclado como chatarra.

Aceites y líquidos refrigerantes (hidráulicos y mecánicos).- Se pueden recuperar de forma adecuada y usados como combustibles en otras plantas.

Sobre el terreno quedaran las cimentaciones de las máquinas, a las que se eliminaran su parte superficial (50 cm aprox) y salientes, quedando el resto enterrado bajo capa de cubierta vegetal, de forma que se asegure su correcta integración en el entorno.

Los caminos creados y las edificaciones quedaran destinados a usos locales. Los residuos que se generen de las construcciones, se gestionaran como residuos inertes en vertedero.



6. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROTECTORAS.

En este apartado se describirán las medidas adecuadas para atenuar, suprimir, o en su defecto compensar los efectos ambientales negativos de las distintas actividades que causan impactos sobre el medio. La realización temporal de las medidas debe ser lo más temprana posible, pues de esa manera se pueden eliminar la aparición de efectos

Secundarios

6.1. Protección de la calidad del aire.

La calidad del aire será afectada durante la fase de construcción de las actuaciones por la emisión de contaminantes de combustión y polvo debido a la actividad de la maquinaria de obra, así como por la emisión de polvo por los movimientos de tierra en los días de fuerte viento, lo que puede provocar molestias en las poblaciones próximas a la zona de obras.

Como medida preventiva para evitar el incremento del nivel de polvo y partículas derivadas de los trabajos de construcción, se prescribirá el **riego** periódico de viales de obra, cúmulos de tierra, etc., que puedan suponer una fuente importante de generación de polvo y partículas.

Dichos riegos se realizarán de la siguiente manera: En épocas de baja pluviometría (meses estivales principalmente) se realizarán de forma diaria. En los meses con mayor pluviometría (meses de invierno) los riesgos serán semanales. Esta periodicidad se podrá aumentar en los días de fuertes vientos y disminuir en los periodos de lluvia según el criterio de la Dirección Ambiental de la obra.

En los días de viento se evitará la generación de polvo y partículas en la estabilización de taludes y rellenos.

Con el objetivo de minimizar la emisión de gases contaminantes de la maquinaria de obra utilizada, se realizará, con una periodicidad mínima de un mes, un control exhaustivo de la puesta en marcha de la maquinaria y equipos empleados en la obra, así como un correcto mantenimiento de la maquinaria según el reglamento de Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.), cuidando de no sobrepasar en ningún momento la fecha límite de revisión establecida para cada vehículo. Para ello, se realizará un archivo en el que se refleje la fecha en la que cada vehículo debe pasar la I.T.V., lo que permitirá realizar un seguimiento continuo de los vehículos.

6.2. Protección del ruido y vibraciones.

Durante la fase de construcción y como consecuencia de los movimientos de tierra y transporte de los materiales, se producirán incrementos sonoros puntuales generados por la maquinaria.

Como medida preventiva para minimizar el incremento de niveles sonoros producidos por la maquinaria utilizada, se prescribirá un correcto mantenimiento de la misma que permita el cumplimiento de la legislación vigente en materia de emisión de ruidos y vibraciones en maquinaria de obras públicas, se prohibirá la realización de trabajos en horario nocturno (entre las 22h y las 8h), así como durante los periodos de reproducción y cría de la avifauna (en general entre los meses de abril y julio) presente en el entorno, se dotarán de silenciadores a los vehículos con motores de combustión interna.

6.3. Protección de la calidad de aguas.

El control de vertidos de aceites y otros lubricantes para evitar la contaminación de las aguas. Se recomienda que, tanto para evitar dificultades constructivas como incidencias sobre el ciclo del agua, las obras que cruzan la red de drenaje y los movimientos de tierra en general se aborden en periodos secos.

6.4. Protección del suelo y geomorfología.

Por una parte, para minimizar la afección a la geomorfología y a los suelos, y la alteración paisajística en el entorno, será necesario limitar al máximo la superficie de ocupación permanente y temporal en las inmediaciones de las obras.

Para ello será necesaria la expropiación de algunos terrenos, no sin antes haber realizado el replanteo de la zona de actuación y señalización de sus límites, para evitar daños innecesarios en los terrenos colindantes.

El jalonamiento también delimitará los itinerarios a seguir para el acceso a las obras, zonas de acopio, y en general, cualquier actividad que suponga una ocupación temporal del suelo. Se utilizarán, en la medida de lo posible, como accesos y rutas de movimiento de las obras, los caminos y carreteras existentes, reduciendo al mínimo la apertura de nuevos viales.



Como norma general, a lo largo de la ejecución del proyecto se procurará, siempre que sea posible, el aprovechamiento de los viales existentes, de forma que los movimientos de tierra y la alteración de los terrenos se reduzcan al mínimo indispensable.

Con el objeto de controlar el impacto sobre el suelo, se realizará una labor de vigilancia y control por parte de la Dirección de Obra, que evitará la ocupación de más suelo que el estrictamente necesario, creando zonas previamente limitadas en superficie con elementos visibles como cintas, banderines, etc.

Las plataformas de montaje de los aerogeneradores, los caminos, y los terrenos destinados a acopios de materiales y depósito de maquinaria, todos ellos definidos y balizados tras el replanteo de las obras, serán las únicas zonas del emplazamiento que podrán ser ocupadas, permaneciendo el resto de las mismas en su estado natural, por lo que no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos o para acopiar materiales.

Los viarios de nueva construcción sobre materiales arcillosos se realizarán sobre el sustrato directamente, procurando minimizar la creación de taludes.

La última capa del relleno de las zanjas de cableado se realizará aportando un mínimo de 10 cm de tierra vegetal, con objeto de facilitar la posterior recolonización vegetal o el uso agrario preexistente.

Control de vertidos de aceites y otros lubricantes: Tanto en la fase de construcción como durante la explotación del parque se deberá evitar el vertido de aceites y otros lubricantes mediante la recogida de los mismos para su posterior traslado a puntos de recepción autorizados. Las operaciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos se realizarán en instalaciones adecuadas, evitando así posibles vertidos al medio.

Laboreo y acondicionamiento de todas las superficies degradadas por las obras.

En el caso de vertidos fortuitos que conlleven contaminación puntual del suelo, se procederá a la retirada de los mismos y su traslado a un vertedero controlado.

Todos los desechos de las obras incluidos en la legislación sobre residuos peligrosos (recipientes con restos de pintura y disolventes, materiales impregnados de lubricantes, etc.) serán gestionados adecuadamente. La empresa deberá disponer de los medios necesarios para su almacenamiento temporal en lugares expresamente destinados a tal fin y en las condiciones

establecidas por la legislación vigente, con registro de entrada de dichos residuos y de salida hacia los centros autorizados de tratamiento.

Una vez finalizada la vida activa del proyecto se llevará a cabo el desmantelamiento de sus instalaciones, procediéndose a la restitución del terreno a su estado original, tanto desde el punto de vista edáfico como geomorfológico, al objeto de permitir su recolonización vegetal.

Dentro de este proceso, se eliminarán las cimentaciones de las instalaciones eólicas y de sus construcciones anejas hasta una profundidad mínima de 50 cm, a medir desde la cota natural del terreno, una vez que se ha procedido a su restitución.

6.5. Protección de la vegetación.

Control y delimitación previa de las superficies forestales. Con el objeto de minimizar los efectos sobre la vegetación se restringirá la superficie de ocupación a través de un replanteo previo que delimite claramente las zonas a desbrozar, evitándose en la medida de lo posible la eliminación de ejemplares arbustivos o arbóreos y las afecciones sobre las formaciones de vegetación de mayor interés.

En las zonas en las que sea necesario crear taludes, estos deberán ser restituidos a un estado lo más próximo posible al original, preparando el terreno y sembrando o replantando las especies vegetales propias de la zona, en caso de que la recuperación natural sea difícil. Se dedicará especial atención al tratamiento paisajístico de los terraplenes.

En los puntos en que se actúe para la apertura de caminos y plataformas para los aerogeneradores, la revegetación con especies autóctonas de las zonas afectadas por movimientos de tierra se planteará en función de las características del entorno inmediato de cada punto. En las zonas desprovistas de forma natural de vegetación leñosa, no se realizará ningún tipo de plantación para no alterar las características del entorno con la introducción de especies ajenas en este tipo de hábitat. En los puntos en los que en el entorno existan pies de palmitos y de otras especies de matorral, se propone la realización de un marco de plantación mixto con dichas especies, respetando la densidad de pies existente en el entorno.

Las actuaciones de revegetación serán objeto de un proyecto específico a desarrollar tras la finalización de las obras y a ejecutar en el marco del Plan de Vigilancia Ambiental.



Como vías de acceso y rutas de movimiento se aprovecharán los caminos existentes para acceder a la obra, con el fin de minimizar la afección producida por los mismos. Además, se prohibirá la apertura de vías, salvo que la Dirección de Obra lo permita por circunstancias excepcionales. Se cerrarán los accesos a la obra para evitar el paso de vehículos y personal ajeno a las obras.

La apertura de desmontes y terraplenes en los trabajos de explanación, así como la creación de caminos de acceso a los diferentes puntos de trabajo, será analizada de forma particularizada, controlando el replanteo de las zonas de actuación y la señalización de sus límites, a fin de evitar daños innecesarios a los terrenos limítrofes, consiguiendo así reducir la superficie de alteración.

6.6. Protección de la fauna.

Se recomienda la realización de las obras fuera del periodo reproductor de la avifauna, concretamente, la obra civil debería ejecutarse en los meses de julio hasta febrero con el objeto de minimizar las molestias de estos trabajos sobre la avifauna del emplazamiento.

Se incorporarán al proyecto las recomendaciones del estudio de avifauna que supongan una disminución del riesgo potencial de las instalaciones para la avifauna en general

El balizamiento de los aerogeneradores se realizará, en caso de ser necesario, con luces rojas intermitentes, minimizando así el efecto que pudiera tener la iluminación sobre la fauna de hábitos nocturnos.

Se establecerá un control por parte de los gestores del parque sobre la presencia de carroña en las inmediaciones de las instalaciones con el objeto de minimizar el riesgo de colisión de aves necrófagas contra aerogeneradores y tendidos.

Con el propósito de minimizar la emisión de gases y la producción de ruidos que puedan afectar a las especies faunísticas del entorno inmediato, se procederá a restringir la concentración de maquinaria de obra en la zona mediante la ordenación puntual del tráfico. Asimismo se procederá a controlar la velocidad de los vehículos de obra en carretera mediante señalización.

Ante la posibilidad de que se produzcan colisiones de aves contra los aerogeneradores en funcionamiento y el tendido de evacuación, se realizará un seguimiento sistemático de la incidencia del proyecto sobre la avifauna, tal como se especifica en el Programa de Vigilancia Ambiental, de forma que sea posible conocer el comportamiento de las mismas en relación a estas infraestructuras y la incidencia real del proyecto; se tomarán, en caso necesario, las medidas adecuadas para minimizar su impacto (modificación de la velocidad de arranque del aerogenerador, paradas temporales, etc.).

6.7. Protección del paisaje.

Las medidas referentes a la protección del paisaje están destinadas a corregir formas (geomorfología y plantaciones de vegetación), y a facilitar la integración paisajística modificando las características cromáticas de las estructuras y reduciendo la visibilidad de ciertos elementos externos paisajísticamente no deseables.

.

Los nuevos caminos se trazarán de forma que su impacto visual sea mínimo, adaptando su trazado a la fisiografía del terreno y restaurando las zonas aledañas o márgenes de caminos afectados.

Todos los materiales sobrantes generados durante las obras y no reutilizables serán retirados a un vertedero adecuado, siempre y cuando no sean reutilizados para el relleno de viales, terraplenes, etc. Los materiales ligeros (tales como embalajes), susceptibles de ser arrastrados por el viento, se irán retirando conforme se generen para evitar su dispersión

6.8. Protección de la población.

Con el propósito de evitar que el viento extienda polvo y partículas en suspensión en los alrededores, se procederá a recubrir los acopios con toldos específicos al uso, cuando las condiciones climatológicas así lo aconsejen y lo estime conveniente la Dirección de Obra.

Se garantizará la libre circulación de vehículos y el manteniendo o desvío del tránsito en todo el viario afectado (caminos, carreteras y vías pecuarias), durante la duración de la obra.

Se evitará en lo posible el tránsito de la maquinaria pesada por el interior de las poblaciones.

El contratista deberá disponer de personal que señalice correctamente los cortes temporales y los desvíos provisionales del tráfico, de acuerdo y en coordinación con la autoridad competente. Todos los servicios afectados, y en particular las alambradas, accesos y redes de infraestructura, serán repuestos con la mayor brevedad posible, garantizándose su correcta funcionalidad.



7. SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS

Por último, la ley 21/2013 de evaluación ambiental, exige que en la documentación ambiental se incluya *"La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el documento ambiental."*

La vigilancia del cumplimiento de las indicaciones y medidas para la prevención de impacto, se realizará basándose en el proyecto que las define, y tendrá lugar en los momentos en que se ejecuten las medidas. Es fundamental el papel de la Dirección Ambiental de la Obra en la vigilancia y prevención de impactos potenciales, por su capacidad para analizar sobre el terreno tanto el cumplimiento efectivo de las medidas propuestas, como de las formas de actuación potencialmente generadoras de impactos durante el período que duren las actuaciones.

7.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN.

7.1.1. Calidad del aire.

El objetivo es verificar la mínima incidencia de emisiones de polvo y partículas debidas a movimiento de tierras y tránsito de maquinaria, así como la correcta ejecución de riego en su caso.

Las actuaciones serán las inspecciones visuales periódicas, en las que se analicen principalmente las nubes de polvo que se pudieran producir en el entorno de las áreas habitadas, así como la acumulación de partículas sobre la vegetación.

Controlaremos las nubes de polvo y acumulación de partículas en la vegetación. Su presencia no se considerará admisible, especialmente en las zonas más próximas a áreas habitadas.

La inspección debe ser mensuales y deberán intensificarse en función de la actividad y de la pluviosidad. Serán semanales durante los periodos secos y en todo el periodo estival.

Las medidas que tomaremos son la limpieza en las zonas que finalmente hayan sido afectadas. Humectación en zonas polvorientas.

7.1.2. Ruido y vibraciones.

El objetivo es verificar el correcto estado de la maquinaria ejecutante de las obras en lo referente al ruido emitido por la misma.

Las actuaciones se realizarán mediciones mediante sonómetro homologado, que permita obtener el nivel sonoro continuo equivalente de dB(A), en un intervalo de 15 minutos en la hora de más ruido.

Controlaremos los límites máximos serán los establecidos en el Real Decreto mencionado y posteriores modificaciones y los máximos aceptables que en principio deberán ser de 65 dB(A) por el día (de 07:00 a 23:00 h) y de 55 dB(A) por la noche (en las horas de sueño de 23:00 q 07:00 h) en zonas habitadas.

La inspección debe ser al comienzo de las obras se llevará a cabo el primer control. Éste se repetirá cada tres meses en el caso de ser oportuno y durante la fase de construcción en el caso de producirse quejas de la población afectada.

Las medidas que tomaremos son en el caso de detectarse que una maquina sobrepase los umbrales admisibles, se propondrá su paralización hasta que sea reparada o sustituida por otra, o se establecerá un programa estratégico de reducción en función de la operación generadora de ruido, en el caso de sobrepasarse los umbrales programa estratégico de reducción en función de la operación generadora de ruido, en el caso de sobrepasarse los umbrales

7.1.3. Suelo y geomorfología.

Los objetivos son:

- Garantizar la adecuación y el acabado de taludes, a fin de minimizar afecciones orográficas con efectos negativos también sobre el paisaje o posibles riesgos geológicos.
- Asegurar el mantenimiento de las características edafológicas de los terrenos no ocupados directamente por las obras.
- Se verificará la correcta ejecución del extendido de la tierra vegetal.
- Realizar un seguimiento de todos los posibles procesos erosivos.

Las actuaciones son:



- Se verificará la ejecución de las actuaciones para mejorar la morfología de los taludes mediante inspecciones visuales. Así mismo se verificará que las pendientes de los taludes son las indicadas en los estudios geotécnicos como estables.
- Antes del inicio de las obras se realizará una valoración de la fragilidad de los recursos edafológicos del área, señalándose donde no podrá realizarse ningún tipo de actividad auxiliar.
- Se verificará su ejecución con los espesores previstos en el Proyecto. Tras su ejecución, se controlará que no se produzca circulación de maquinaria pesada.
- Inspecciones visuales de la zona de obra.

Controlaremos:

- La pendiente de los taludes, el acabado de los mismos y el nivel de compactación de sus superficies. Cualquier arista o pendiente excesiva se considerará como umbral inadmisibles.
- Se controlará la compactación del suelo, así como de presencia de roderas que indiquen tránsito de maquinaria. Será umbral admisible la presencia de excesivas compactaciones por causas imputables a la obra y la realización de cualquier actividad en zonas exclusivas.
- Espesor de la tierra vegetal adoptado. En el caso de realizarse análisis se deberán anotar los siguientes parámetros: pH, contenido en materia orgánica y granulometría. Si se emplean tierras procedentes de la mezcla de suelos con Compost, se analizará así mismo la presencia de residuos sólidos.
- Presencia de regueros o cualquier tipo de erosión hídrica.

La inspección debe ser:

- Realizada en cada talud a estabilizar.
- De forma paralela a la implantación de zonas auxiliares, verificándose mensualmente.
- Una vez finalizado el extendido se realizará la inspección. Sobre los planos se establecerán los puntos de muestreo aleatorios

Las medidas que tomaremos son:

- Concluido un determinado tajo, si este sobrepasa los umbrales admisibles, se informará a la Dirección de Obra, para que se lleven a cabo los retoques oportunos.
- En caso de sobrepasar los umbrales admisibles se informará a la Dirección de Obra, procediéndose a practicar una labor al suelo, si esta fuese factible.

- Si se detectase que el espesor adoptado es incorrecto, se procederá a repasar las zonas inadecuadas. Si en los análisis se detectase alguna anomalía en la granulometría, pH o contenido en materia orgánica de la tierra vegetal, se propondrían enmiendas si fuese posible o su retirada de la obra en caso contrario.
- Se propondrán las correcciones necesarias en caso de sobrepasarse el umbral máximo admisible.

7.1.4. Vegetación.

Objetivos:

- Garantizar que no se produzcan movimientos incontrolados de maquinaria.
- Verificar la correcta ejecución de estas unidades de obra y la idoneidad de los materiales.

Las actuaciones son:

- De forma previa al inicio de las obras se jalonará la zona de obras. Durante la ejecución de las obras se verificará la integridad del estado del jalonamiento.
- Se realizarán inspecciones de materiales, se comprobarán las dimensiones de los hoyos, si se añaden los abonos, se realizarán inspecciones también relativas a los resultados (a los 50 y 100 días).

Controlaremos:

- El estado de las especies vegetales, especialmente de todas aquellas incluidas en la Directiva Hábitat y aquellas especies que se clasifiquen como amenazadas, detectando los eventuales daños producidos por la maquinaria u otros, en los troncos, las ramas o el sistema foliar. Además se deberá analizar el correcto estado del jalonamiento.
- Se controlarán distintos parámetros en función de las inspecciones realizadas. Por lo que a los materiales se refiere, todo material empleado deberá ser acompañado de un certificado del fabricante. En cuanto a la ejecución (tamaño de hoyos, etc.), se deberá controlar la tolerancia de la plantación al tamaño de los hoyos, a la dosis de materiales, etc.

La inspección debe ser:



- Previamente al inicio de las obras. Seguida a esta se realizarán inspecciones mensuales, aumentando la frecuencia en caso de detectarse afecciones.
- Antes de iniciar las plantaciones se deberán entregar los certificados de los materiales. La ejecución se inspeccionará mensualmente y los resultados se analizarán a los 50 y 100 días.

Las medidas que tomaremos son:

- Si se detectasen daños en el jalonamiento, se procedería a su inspección en el menor tiempo posible.
- En el caso de sobrepasarse los umbrales se procederá a plantar de nuevo las plantas.

7.1.5. Fauna.

Objetivos:

- Garantizar que no se produzcan movimientos incontrolados de maquinaria.
- Verificar la correcta ejecución de estas unidades de obra y la idoneidad de los materiales.

Las actuaciones son:

- De forma previa al inicio de las obras se jalonará la zona de obras. Durante la ejecución de las obras se verificará la integridad del estado del jalonamiento.
- Se realizarán inspecciones de materiales, se comprobarán las dimensiones de los hoyos, si se añaden los abonos, se realizarán inspecciones también relativas a los resultados (a los 50 y 100 días).

Controlaremos:

- El estado de las especies vegetales, especialmente de todas aquellas incluidas en la Directiva Hábitat y aquellas especies que se clasifiquen como amenazadas, detectando los eventuales daños producidos por la maquinaria u otros, en los troncos, las ramas o el sistema foliar. Además se deberá analizar el correcto estado del jalonamiento.
- Se controlarán distintos parámetros en función de las inspecciones realizadas. Por lo que a los materiales se refiere, todo material empleado deberá ser acompañado de un certificado del fabricante. En cuanto a la ejecución (tamaño de hoyos, etc.), se deberá controlar la tolerancia de la plantación al tamaño de los hoyos, a la dosis de materiales, etc.

La inspección debe ser:

- Previamente al inicio de las obras. Seguida a esta se realizarán inspecciones mensuales, aumentando la frecuencia en caso de detectarse afecciones.
- Antes de iniciar las plantaciones se deberán entregar los certificados de los materiales. La ejecución se inspeccionará mensualmente y los resultados se analizarán a los 50 y 100 días.

7.2 SEGUIMIENTO DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA.

Durante el periodo de garantías de la obra, el seguimiento deberá continuar en marcha teniendo esta vez como objetivo el comprobar la efectividad de las medidas protectoras y correctoras aplicadas durante la fase de construcción, verificar la ejecución de las labores de conservación y mantenimiento que pudieran precisar las medidas ejecutadas y determinar las afecciones de la actuación sobre el medio, considerando la efectividad de las medidas protectoras y correctoras comprobando su adecuación al Estudio de Impacto Ambiental, y determinando los impactos residuales.

7.3 SEGUIMIENTO DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN.

En esta fase el seguimiento se centrará en determinar las afecciones de la nueva infraestructura sobre el medio, comprobando su adecuación con el Estudio de Impacto Ambiental; detección de afecciones no previstas y articulación de medidas; comprobación de la efectividad de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias proyectadas: evaluación de las repercusiones de la nueva infraestructura sobre los ecosistemas.

El seguimiento ambiental en la fase de explotación se centrará en el seguimiento de medidas de protección de la fauna, de los niveles acústicos, de las labores de mantenimiento y de la conservación del paisaje.



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 10: GESTIÓN DE RESIDUOS



ÍNDICE

1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO...	1
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	1
2.1 NORMATIVA GENERAL.....	1
2.2 ACEITES USADOS.....	1
2.3 RESIDUOS DE ENVASES.....	1
2.4 RESIDUOS PELIGROSOS.....	2
2.5 VERTIDO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	2
2.6 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	2
2.7 TRASLADOS DE RESIDUOS	2
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RCD GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.	2
4. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD GENERADA.....	3
5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RESIDUOS EN LA OBRA.....	4
6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.....	4
7. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS	4

8. VALORACION DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RCD	5
--	----------

<u>APÉNDICE 1: PRESUPUESTO DESGLOSADO.....</u>	6
---	----------



1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición se realiza en virtud de lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero que establece en su artículo 4.º las "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

En cumplimiento del mencionado RD, el estudio recoge los puntos siguientes:

- Normativa y legislación aplicable
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la **orden MAM/3004/2002**.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio se redacta al amparo del **Artículo 4.1 a)** del **R.D. 105/2008** de 1 de febrero sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A aquellos residuos que se generen en el presente proyecto y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros RCD, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Dentro de la normativa del Plan de Gestión de Residuos se incluyen:

2.1 Normativa general

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

- Directiva 91/689/CEE del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.
- Ley 22/2011 del 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Decreto 59/2009, del 26 de febrero, por el que se regula la rastreabilidad de los residuos.
- Real decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.
- Ley 16/2002 del 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Orden del 20 de julio de 2009, por la que se regulan los contenidos de los estudios de minimización de la producción de residuos que deben presentar los productores de residuos de Galicia.
- Ley 10/2008 de 3 de noviembre, de residuos de Galicia.
- Decreto 174/2005, del 9 de junio, por lo que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro Xeral de Produtores e Xestores de Residuos de Galicia.

2.2 Aceites usados

- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por lo que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Directiva 87/101/CEE, de 22 de diciembre, por la que se modifica la directiva 75/439/CEE, de 16 de junio, relativa a la gestión de aceites usados.
- Directiva 75/439/CEE, de 16 de junio, relativa a la gestión de aceites usados.
- Orden ARM/795/2001, de 31 de marzo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

2.3 Residuos de envases



- Orden del 27 de abril de 1998, por la que se establecen las cantidades individualizadas a cobrar en concepto de depósito y el símbolo identificativo de los envases que se pongan en el mercado a través del sistema de depósito, devolución y retorno regulado en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por lo que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, del 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

2.4 Residuos Peligrosos

- Real Decreto 255/2003, 28 de febrero, por lo que se aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Directiva 91/689/CEE del Consejo, del 12 de diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos.
- Real Decreto 833/1988, del 20 de julio, por lo que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- Real Decreto 948/2005, de 20 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999 de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio, sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Orden de 13 de octubre de 1989, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

2.5 Vertido de Sustancias Peligrosas

- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 484/1995, de 7 de abril sobre Medidas de Regularización y Control de Vertidos

2.6 Residuos de Construcción y Demolición

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

2.7 Traslados de Residuos

- Resolución de 3 de octubre 2001, de la Dirección General de Transportes por Carretera, por la que se modifica la lista de control del transporte de mercancías peligrosas por carretera.
- Real Decreto 1566/1998 de 8 de octubre, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable.
- Real Decreto 387/1996 de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y por ferrocarril.
- Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RCD GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.

Si bien desde el punto de vista conceptual la definición de RCD abarca a cualquier residuo que se genere en una obra de construcción y demolición, realmente la legislación existente limita el concepto de RCD a los residuos codificados en la Lista Europea de Residuos (LER), aprobada por la **Orden MAM/304/2002** por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, en el capítulo 17. Dicho capítulo se divide en:

- RCD de nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación. Al respecto, el R.D. 105/2008 (art. 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos "las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino de reutilización.



- RCD de nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD que, previsiblemente, se generarán, según los tipos de materiales en los que están compuestos, la cual será tenida en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de gestión más adecuada desde el punto de vista ambiental:

CLASIFICACIÓN DE RCD SEGÚN ORDEN MAM/304/2002	
RCD de Nivel I	
17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje	
RCD de Nivel II	
RCD – Naturaleza no pétreo	
17 02 Madera, vidrio y plástico	
17 03 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 04 Metales (incluidas sus aleaciones)	X
17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 08 Materiales de construcción a partir de yeso	
RCD – Naturaleza pétreo	
17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
RCD Potencialmente peligrosos	
17 09 Otros residuos de construcción y demolición	

4. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD GENERADA

Una dificultad que se presenta a la hora de dar a este tipo de residuos un correcto tratamiento, es la de conocer a priori la tipología y cantidad que va a generarse en cada obra, de forma que se pueda prever correctamente la gestión que se va a dar a estos residuos antes de que se produzcan.

Para estimar la cantidad de cada tipo de residuo tendremos en cuenta otros proyectos similares excepto para los residuos pétreos cuyo volumen se ha obtenido del balance de masas realizado en el apartado de mediciones auxiliares.

A continuación se muestran una estimación de los residuos identificados en las distintas fases de obra, incluidos en la Lista Europea de Residuos, de acuerdo con lo establecido en la Orden MAM/304/2002.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN		
Material	Peso (t)	Volumen (m3)
RCD: Naturaleza no pétreo		
Madera	0,6	1,00
Metales	0,3	0,20
Papel y cartón	0,2	0,22
Plástico	0,45	0,50
Vidrio	0	0,00
Total	1,55	1,92
RCD: Naturaleza pétreo		
Tierra y áridos	6193,62	4129,08
Hormigón	0,25	0,17
Total	6193,87	4129,25
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
Basuras	0,2	0,22
Potencialmente peligrosos.	0,1	0,20
Total	0,3	0,42



5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RESIDUOS EN LA OBRA.

A continuación se indican las medidas que se consideran oportunas para minimizar el volumen de residuos:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Si se realiza la clasificación de residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.

6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separan en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40t
- Metales: 2t
- Madera: 1t
- Vidrio: 1t
- Plástico: 0.5t
- Papel y cartón: 0.5t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de la construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del **R.D. 105/2008 de 1 de febrero**.

7. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Antes del comienzo de la obra la empresa constructora hará entrega al productor de los RCD's de un Plan que refleje como llevará a cabo sus obligaciones en relación con los RCD's que se vayan a producir en la obra. El plan una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El equipo de obra deberá establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos para la correcta gestión de los RCD's.

Se pondrá en conocimiento de todo el personal de la obra las medidas a seguir para la correcta gestión de los residuos, así como el significado de los símbolos y pictogramas de riesgo impresos en las etiquetas de los contenedores, por lo que el contratista deberá presentar a todo el personal relacionado con la obra un manual en el que se expongan todas las pautas para la gestión adecuada de los distintos residuos generados.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD's que el destino final (planta de reciclaje, vertedero...) así como los transportistas, están autorizados por la Consejería de Medio Ambiente para la actividad a desarrollar, y deberán de incluir dentro de su autorización todos los códigos LER de los residuos que vaya a gestionar.

La entrega de los residuos por parte del productor al correspondiente gestor autorizado tendrá que constar según documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y el tipo de residuos entregados (identificados por su código LER) y la identificación tanto del transportista como del gestor de destino.

Los traslados de los residuos tanto los peligrosos como los no peligrosos se efectuarán teniendo en cuenta las disposiciones recogidas en la legislación vigente. De manera general los pasos a seguir son los siguientes:



Se habilitará una zona dedicada al almacenamiento de los residuos antes de su entrega al correspondiente gestor autorizado, la cual estará perfectamente señalizada y balizada.

Los distintos residuos generados se almacenarán conforme a lo establecido en la legislación vigente, de manera que no se sobrepasen los tiempos máximos de almacenamiento antes de la entrega a los gestores autorizados.

El almacenamiento de los residuos peligrosos generados se realizará siempre en zonas bajo cubierto o en contenedores adecuados con tapa, de manera que no se vean afectados por las inclemencias del tiempo y se evite la entrada de agua de lluvia en los residuos, minimizando la producción de lixiviados y posibles vertidos accidentales.

Existirán contenedores y bidones de almacenamiento adecuados en función de las características de los productos o residuos que se vayan a depositar. Estos estarán perfectamente identificados para que no se produzcan mezclas que puedan hacer más difícil su tratamiento y gestión posterior. Se seguirán las normas de etiquetado exigidas por la legislación vigente en función de las características del residuo o sustancia a almacenar. En la etiqueta de identificación, debe figurar como mínimo lo siguiente:

a) Para el caso de los residuos peligrosos, el código de identificación de los residuos que contiene, según el sistema de identificación que se describe en el anexo I del Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos.

b) Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.

c) Fechas de envasado.

d) La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.

Estas etiquetas serán entregadas por el gestor autorizado con el que se establezca contrato.

Este gestor autorizado será el encargado de recoger los distintos residuos y de gestionarlos adecuadamente.

Los bidones y los contenedores, se utilizarán sólo para su propósito inicial. De esta manera se disminuye la probabilidad de rotura, con las consiguientes fugas y ataque de materiales

procedentes de un almacenamiento incorrecto. Se llevará a cabo un plan de mantenimiento y revisión de estos contenedores, bidones de manera que se detecte la presencia de alguna anomalía en los mismos.

Se realizarán inspecciones visuales para comprobar que cada contenedor contiene el tipo de residuo para el cual está designado mediante la comprobación de los datos que figuran en la etiqueta del bidón.

Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que presten servicio.

Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comida, etc..) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Los restos de lavado de canaletas de los camiones que transporten hormigón, una vez secos, serán tratados como escombros.

Se realizará, la separación de las distintas fracciones de los distintos residuos, de manera que las operaciones de reciclaje sean más sencillas

8. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTION DE RCD.

El total de la partida de gestión de residuos asciende a **43.107,97 €**. Al final del anejo se presenta el presupuesto de la misma.



APÉNDICE 1: PRESUPUESTO DESGLOSADO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS									
950.0010	t CLASIFICACION Y RECOGIDA SELECTIVA DE RESIDUOS Clasificación y recogida selectiva de residuos, excepto tierras y piedras de excavación, mediante medios manuales y mecánicos de los residuos y su depósito en la zona principal de almacenamiento de residuos de la obra.						1,85	4,84	8,95
950.0020	t CARGA Y TRANSPORTE RCD NO PELIGROSO DE CARACTER NO PETREO Carga y transporte de residuos de construcción y demolición no peligroso - RNP- de carácter no pétreo (cartón-papel, madera, vidrio, plásticos y metales incluidos envases y embalajes de estos materiales así como biodegradables del desbroce) a planta de valorización autorizada por transportista autorizado (por Consejería de Medio Ambiente), a una distancia de 20 km., considerando ida y vuelta, en camiones de hasta 16 t. de peso, cargados con pala cargadora, incluso canon de entrada a planta, sin medidas de protección colectivas.						1,55	10,96	16,99
950.0040	t CARGA Y TRANSPORTE DE RCD DE CARÁCTER PÉTREO Carga y transporte de residuos de construcción y demolición de carácter pétreo constituidos por tierras y piedras a planta de valorización por transportista autorizado (por Consejería de Medio Ambiente), a una distancia de 20 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora incluso canon de entrada a planta, sin medidas de protección colectivas.						6.193,62	6,94	42.983,72
950.0050	t CARGA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS Carga y transporte de residuos peligrosos -RP- a planta de valorización por transportista autorizado (por Consejería de Medio Ambiente), a una distancia de 20 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 16 t. de peso, cargados con pala cargadora incluso canon de entrada a planta, sin medidas de protección colectivas						0,30	327,70	98,31
TOTAL CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS									43.107,97



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE

- 1. MEMORIA**
- 2. PLANOS**
- 3. PLIEGO**
- 4. PRESUPUESTO**



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. MEMORIA



ÍNDICE

1.- OBJETO DEL ESTUDIO	1
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	1
2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	1
2.1.1 Viales de acceso.	1
2.1.2 Plataformas de montaje de los aerogeneradores	1
2.1.3 Cimentaciones y montaje de los mismos	1
2.1.4 Despeje y explanación del terreno para una futura estación- transformador.	2
2.1.5 Zanjas por las que discurrirán los conductores desde los aerogeneradores hasta dicha subestación.	2
2.2 DURACIÓN DE LAS OBRAS	2
2.3 PRESUPUESTO	2
2.4. INTERFERENCIAS DE LA OBRA Y DESVÍOS	2
2.5. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	2
2.5 MANO DE OBRA ESTIMADA.....	2
3. RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN	2
3.1. Riesgos evitables	2
3.2 Riesgos generales.	3
3.3 Prevención de riesgos generales.....	3
3.3.1 Accesos.	3
3.3.2. Cerramiento.	3
3.3.3. Rampas.	3
3.3.4. Zonas de trabajo, circulación y acopios.....	3
3.4 Enfermedades profesionales y su prevención.....	5
3.4.1. Las enfermedades causadas por el plomo y sus derivados	5
3.4.2. Enfermedades causadas por el benceno y sus homólogos	6
3.4.3. Enfermedades causadas por las vibraciones	6
3.5.4. La sordera profesional	6
3.5.5. La silicosis	7
3.5.6. La dermatosis profesional.....	7
3.5.7. Neumoconiosis	8
3.5.8. Humo	8
3.5.9. Gases	9
3.5.10. Primeros auxilios.....	9
4. MEDIDAS PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA.	9
4.1. CONDICIONES GENERALES.....	9
4.2. INFORMACIÓN PREVIA.....	9
4.3. SERVICIOS AFECTADOS: IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	9
4.4. ACCESOS, CIRCULACIÓN INTERIOR Y DELIMITACIÓN DE LA OBRA.	10
5. MEDIDAS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA....	10
5.1. GENERALIDADES.....	10
5.2. LUGARES DE TRABAJO.	10
5.3. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS PELIGROSOS.	11
5.4. LABORES EN AMBIENTE CONFINADO.....	11
5.6. ZONAS DE TRÁNSITO, COMUNICACIÓN Y VÍAS DE CIRCULACIÓN.	11
5.7. TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES.....	12
5.8. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO Y DE TRÁNSITO.	12



5.9. RUIDOS Y VIBRACIONES.....	13
5.10. ORDEN Y LIMPIEZA DE LA OBRA.....	13
5.11. IZADO DE CARGAS.....	14
5.11.1. Condiciones previas.....	14
5.11.2. Condiciones durante los trabajos.....	14
5.12. MANEJO DE CARGAS Y PESOS.....	14

6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS PREVISTAS SEGÚN LOS TRABAJOS A REALIZAR..... 15

6.1. TRABAJOS PREVIOS.....	15
6.1.2. REPLANTEOS.....	18
6.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	20
6.2.1. Despeje y desbroce.....	20
6.2.2. Excavación a cielo abierto (desmontes).....	22
6.2.3. Excavación en zanjas y pozos.....	25
6.2.4. Terraplenes, rellenos de tierras o rocas.....	26
6.3 TRABAJOS CON FERRALLA. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA.....	28
6.4. TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.....	30
6.5. TRABAJOS DE HORMIGONADO.....	31
6.6 FORMACIÓN DE BASES DE MATERIAL GRANULAR. ZAHORRA ARTIFICIAL.....	34
6.7. EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL.....	37

7. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS PREVISTAS SEGÚN LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR.....39

7.1. MEDIDAS GENERALES PARA MAQUINARIA PESADA.....	39
7.1.1. Generales.....	39
7.1.2. Entorno de la obra.....	40
7.1.3. Desplazamientos.....	41
7.1.4. Ejecución de los trabajos.....	41
7.1.5. Mantenimiento-revisiones.....	42

7.1.6. Estacionamiento.....	43
7.2. RETROEXCAVADORA.....	43
7.3. PALA CARGADORA SOBRE RUEDAS.....	45
7.4. COMPACTADORA.....	46
7.5. MOTONIVELADORA.....	47
7.6. MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DEL SUELO.....	48
7.7. GRÚA AUTOPROPULSADA.....	48
7.8. CAMIÓN GRÚA.....	52
7.9. CAMIÓN BASCULANTE.....	53
7.10. CAMIÓN HORMIGONERA.....	55
7.11. VIBRADOR.....	57
7.12. BOMBA DE ACHIQUE.....	58
7.13. DOBLADORA DE FERRALLA.....	58
7.14. COMPRESOR.....	59
7.15. GRUPO ELECTRÓGENO.....	61
7.16. MARTILLO NEUMÁTICO.....	62
7.17. RADIAL.....	63
7.18. EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA-OXICORTE.....	65
7.19. EQUIPO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO.....	66
7.20. GÓNDOLA.....	68
7.21. HERRAMIENTAS DE MANO.....	69



1.- OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el R.D.1627/1997, de 24 de Octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, teniendo como objetivos la prevención de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros que las actividades y medios materiales previstos puedan ocasionar durante la ejecución del proyecto "Parque eólico en Pantín"

Según especifica el artículo 4 del mencionado R.D. 1627/1997, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- -Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 451.000 euros.
- -Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, conducciones subterráneas y presas.

Dadas las características de la obra en cuestión, ésta se ciñe a los supuestos anteriormente mencionados, y por tanto, se redacta el presente estudio.

Este estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el plan de seguridad y salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el plan de seguridad y salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones a que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

Igualmente, el contratista está obligado a establecer mecanismos de revisión inicial y periódica de la documentación de seguridad legalmente exigible correspondiente al propio personal del

contratista, a las subcontratas y a los autónomos presentes en la obra.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El proyecto está ubicado en la parroquia de Pantín, perteneciente al municipio de Valdoviño. Concretamente las obras se desarrollan en el área de desarrollo eólico denominada en el Plan Sectorial Eólico de Galicia como "Dos Penidos".

Las obras que comprende el presente proyecto son las que se citan a continuación:

2.1.1 Viales de acceso.

Vial de acceso con el que se conecta los emplazamientos de los aerogeneradores a la red vial existente. Se trata de un vial de una calzada de 6m de ancho y 5746m de longitud. El suelo presente en la explanada presenta de por sí una buena capacidad portante debido a su naturaleza eluvial por lo que como firme se adopta una capa granular de zahorra artificial de 25cm de espesor. En cuanto al drenaje, se realizan cunetas de tierra excepto en las conexiones vial-plataforma donde se instalará un tubo de hormigón armado.

Una vez realizados los viales, se propone la regeneración de los taludes de desmonte para reducir el volumen de tierra vegetal en acopio que tendrá que ser llevada a vertedero.

2.1.2 Plataformas de montaje de los aerogeneradores

Se trata de 2 explanadas cuyas dimensiones son lo suficientemente grandes como para albergar las palas de cada aerogenerador así como la celosía desmontada de la grúa y otros elementos necesarios para la construcción de las zapatas y el montaje de los aerogeneradores. En el anejo 08 (así como en los planos) están dispuestos los vértices y cotas de cada explanada.

2.1.3 Cimentaciones y montaje de los mismos

Debido a la poca profundidad a la que se encuentra el estrato rocoso, la zapata es superficial. Tiene forma circular y un canto variable con el objetivo de optimizar los materiales. En el fondo



del pozo de excavación se dispondrá una capa de 10cm de hormigón de limpieza. Las dimensiones y materiales empleados en la zapata están indicados en los planos correspondientes.

2.1.4 Despeje y explanación del terreno para una futura estación-transformador.

Aproximadamente en el punto medio entre los dos aerogeneradores se realizará el despeje y la explanación lo suficientemente amplia para poder disponerse en ella la subestación del parque. Las dimensiones y materiales empleados en la zapata están indicados en los planos correspondientes

2.1.5 Zanjas por las que discurrirán los conductores desde los aerogeneradores hasta dicha subestación.

Entre ambos aerogeneradores y la explanación anterior escrita discurrirán zanjas que contendrán los conductores. Estas zanjas se complementarán con 4 arquetas de paso. Ambas tipologías están descritas en los planos

2.2 DURACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras tienen una duración prevista de doce meses.

2.3 PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a **14.583.842,04€**

La parte dedicada a seguridad y salud es de **31.047,46€**

2.4. INTERFERENCIAS DE LA OBRA Y DESVÍOS

Durante la ejecución de las obras se verá afectada una carretera municipal, para la cual no será necesario realizar desvíos para minimizar las afecciones al tráfico. Únicamente se realizarán las reposiciones necesarias para devolver dicha carretera a su estado original.

No se provocarán afecciones a ningún tipo de servicio, ya que la zona de las obras carece de ellos.

2.5. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del R.D. 1627/97, cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación del Coordinador no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

2.5 MANO DE OBRA ESTIMADA

Se supone que el número de trabajadores que necesitará la obra es de 30 personas entre peones, conductores, etc...

3. RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN

3.1. Riesgos evitables

En este trabajo, se consideran riesgos evitados los siguientes:

- Los originados por las máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas las máquinas estén completas con todas sus protecciones.
- Los originados por las máquinas eléctricas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas ellas estén dotadas con doble aislamiento o en su caso, de toma de tierra de sus carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y red de toma de tierra general eléctrica.
- Los derivados del factor de forma y de ubicación del puesto de trabajo, que se han resuelto mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, en combinación con las protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización.
- Los derivados de las máquinas sin mantenimiento preventivo, que se eliminan mediante el control de sus libros de mantenimiento y revisión de que no falte en ellas, ninguna de sus protecciones específicas y la exigencia en su caso, de poseer el marcado CE.
- Los derivados de los medios auxiliares deteriorados o peligrosos; mediante la exigencia de utilizar medios auxiliares con marcado CE o en su caso, medios auxiliares en buen estado de mantenimiento, montados con todas las protecciones diseñadas por su fabricante.
- Los derivados por el mal comportamiento de los materiales preventivos a emplear en la obra, que se exigen en su caso, con marcado CE o con el certificado de ciertas normas UNE.



3.2 Riesgos generales.

De manera genérica, los riesgos que pueden existir en toda obra civil son los siguientes:

- Atropellos por máquinas y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos.
- Erosiones y contusiones.
- Caídas de objetos.
- Afecciones cutáneas.
- Proyección de partículas.
- Afecciones a la vista, por soldaduras, láser topográfico, o deslumbramientos.
- Salpicaduras.
- Quemaduras.
- Afecciones a las vías respiratorias.
- Emanaciones de pinturas, disolventes, etc.
- Caídas a nivel y a distinto nivel.
- Golpes contra objetos.
- Heridas punzantes, especialmente en pies y manos.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Desprendimientos.
- Incendios.
- Explosiones.
- Vibraciones.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.

3.3 Prevención de riesgos generales.

3.3.1 Accesos.

Se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria.

Todos los caminos y accesos a los tajos abiertos se mantendrán siempre en buenas condiciones para que puedan llegar hasta ellos los vehículos de emergencia.

3.3.2. Cerramiento.

Se pondrá en tajos puntuales, concretamente en zonas con posibilidad de intromisión de terceras personas en zona de obras.

3.3.3. Rampas.

Se evitarán rampas, en medida de lo posible superiores al 12% de pendiente, si por condicionantes constructivos éstas superan el límite fijado, se extremarán las medidas de seguridad manteniendo un perfecto estado de compactación en la rampa proyectada y el auxilio de un señalista.

Asimismo se señalizarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

3.3.4. Zonas de trabajo, circulación y acopios.

3.3.4.1. Circulación peatonal y de vehículos ajenos a la obra.

En aquellos tajos que puedan generar caídas de objetos desde alturas superiores, se dispondrá una marquesina rígida o, en su defecto, se acordonará la zona de riesgo de posible interferencia entre los materiales desprendidos y la circulación ajena a la obra.

Se dispondrán protecciones colectivas, en previsión de caídas de objetos desde los tajos situados en altura (redes, plataformas de recogida, etc.).

Los obstáculos situados en las inmediaciones de la obra deberán estar adecuadamente balizados y señalizados.

Se contratará un seguro de Responsabilidad Civil de la obra.

3.3.4.2. Circulación del personal de obra.



Las conducciones y otros elementos situados a una altura inferior a 1,80 metros, situados sobre los lugares de trabajo, habrán de estar adecuadamente señalizados, para evitar choques contra ellos.

Las zonas de paso que deban superar zanjas y desniveles deben disponer de pasarelas con barandillas sólidas y completas.

Los accesos fijos a distintos niveles de la obra deberán disponer de escaleras con peldaños amplios, sólidos y estables, dotadas de barandillas o redes, cerrando los laterales.

Las zonas de paso deben estar permanentemente libres de acopios y obstáculos.

Los puntos de previsible caída de objetos desde techos superiores, así como las zonas de peligro por evolución de máquinas en movimiento, deben permanecer perfectamente acotadas mediante balizas y señalización de riesgo.

Los huecos horizontales o verticales con riesgos de caídas de altura de personas u objetos, deben estar condenados, protegidos o, como mínimo y en momentos puntuales, señalizados.

Todas las zonas de paso del personal contarán con iluminación suficiente.

3.3.4.3. Circulación de vehículos de obra.

Previo al establecimiento definitivo de zonas de paso para vehículos de obra, se habrá comprobado previamente el buen estado del firme, especialmente en lo relativo a terraplenes, rellenos y terrenos afectados por la climatología, manteniendo la obra siempre limpia y retirándose los residuos vertidos por los camiones, éstos antes de salir al exterior pasarán por la zona de lavado, situada junto al foso de tierras en la zona de instalaciones de obra.

Los cables eléctricos y mangueras no deben verse afectados por el paso de vehículos, acudiendo si es preciso a la canalización enterrada o mediante una protección de tabloneros al mismo nivel.

3.3.4.4. Circulación en el interior de la obra.

La ejecución de la obra requiere la coexistencia de maquinaria de vía y personal cuya circulación se efectúa a pie; es por ello que la circulación interior se considera un factor primordial, pues los riesgos que conlleva la interferencia entre estas circulaciones son elevados:

El tráfico en el interior de la obra se hará siguiendo las siguientes consideraciones:

- La maquinaria de vía tendrá, con carácter general y a menos que se indique lo contrario, preferencia sobre las demás circulaciones.
- En la obra máxima velocidad admitida se limitará a 40 Km/h, o a la indicación en lugares específicos, debiendo disminuirse siempre que la visibilidad de los trabajadores resulte perturbada (polvo, proyección de elementos, etc.).
- Los trabajadores que se desplacen a pie deberán encontrarse siempre protegidos mediante chalecos y demás elementos reflectantes, para posibilitar que los maquinistas puedan siempre localizarlos.
- Se circulará obligatoriamente con luces de cruce por los caminos de acceso a la obra.
- En caso necesario se dispondrá de señalista que organice la circulación en el interior de la obra.

3.3.4.5. Almacenamiento de productos peligrosos (pinturas, desencofrante y combustible).

Los depósitos de combustible que se encuentren en obra para suministro de maquinaria cumplirán con la normativa de Reglamentación de Instalaciones Petrolíferas (R.D. 2085/94 de 20 de octubre y R.D. 2487/94 de 23 de diciembre), y con la ITC e IP03 sobre consumos propios.

Las operaciones de trasvase de combustible han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición. Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra o arena para empapar el suelo.

La prohibición de fumar o encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.

Habrà de preverse un almacén cubierto y separado para los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra. A estos almacenes no podrá accederse fumando ni podrán realizarse labores que generen calor intenso, como soldaduras.



Si existan materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Además, los trabajadores que accedan a estos recintos habrán disponer de filtros respiratorios.

Si los productos revisten toxicidad ecológica intensa, el punto de almacenamiento no se ubicará en vaguadas o terrenos extremadamente permeables para minimizar los efectos de un derrame ocasional.

Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas, en lo referente a la obligatoriedad de disponer de un consejero de seguridad en estos temas.

3.3.4.6. Acopio de tierras y áridos.

Los acopios de tierras y áridos deben efectuarse siguiendo las siguientes normas:

- Si el acopio rebasa los 2 m de altura, será necesario el vallado o delimitación de toda la zona de acopio.
- Los acopios han de hacerse únicamente para aquellos tajos en los que sean necesarios.
- Los montones nunca se ubicarán invadiendo caminos o viales, pero en caso de ser esto inevitable, serán correctamente señalizados.
- No se deben acopiar tierras o áridos junto a excavaciones o desniveles que puedan dar lugar a deslizamientos y/o vertidos del propio material acopiado.
- No deben situarse montones de tierras o áridos junto a dispositivos de drenaje que puedan obstruirlos, como consecuencia de arrastres en el material acopiado o que puedan obstruirlos por simple obstrucción de la descarga del dispositivo.

3.3.4.7. Acopio de elementos prefabricados y de montaje de ferralla.

En los acopios de elementos prefabricados y ferralla se observarán las siguientes normas de seguridad:

- El acopio se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto. El transporte se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.
- La ferralla se acopiará junto al tajo correspondiente, evitando que haga contacto con suelo húmedo para paliar su posible oxidación y consiguiente disminución de resistencia.
- Las zonas de montaje de ferralla estarán debidamente delimitadas y acotadas de manera que no se realicen trabajos de montaje fuera de estos sitios y no interfieran en actividades colindantes.

3.4 Enfermedades profesionales y su prevención

Sin menoscabo de la autoridad que corresponde al médico en esta materia, seguidamente se tratan las enfermedades profesionales que inciden en el colectivo de la Construcción en los que se encuadran los trabajadores afectos a realizar los trabajos necesarios para la construcción del presente proyecto.

Se relaciona su nombre, actividades donde existe el riesgo, mecanismos de causa o penetración y prevención de dichas enfermedades profesionales. Se ha considerado el RD 1299/2006, Cuadro de Enfermedades Profesionales.

Las enfermedades más frecuentes son causadas por: el plomo y sus derivados, por el benceno y homólogos, por vibraciones de los útiles de trabajo, sordera profesional, silicosis y dermatosis profesional.

3.4.1. Las enfermedades causadas por el plomo y sus derivados

El plomo y sus compuestos son tóxicos y tanto más cuanto más solubles. Entre los elementos industriales más frecuentes se citan los que siguen: El plomo metal y su mineral, aleaciones plomo antimonio, plomo estaño o soldaduras de fontanero, protóxido de plomo o litargirio, el minio y el bióxido u óxido pardo para composición de baterías, la pintura antigua, minio, antioxidante, colorante varios como el cromato, el subacetato de plomo y el tetratilo de plomo como antidetonantes de las gasolinas, entre otros.

ACTIVIDADES DE RIESGO: En la soldadura que contenga plomo, los cortes con soplete de



material que contenga plomo o pintura de minio, pueden determinar un peligro de intoxicación.

Las puertas de entrada del plomo en el organismo, durante el trabajo, son el aparato digestivo, el respiratorio y la piel.

El plomo y sus derivados absorbidos por vía digestiva rápidamente penetran en el organismo. La vía digestiva es la habitual de la intoxicación saturnina. De ahí la importancia de las malas condiciones de higiene. Manipular cigarrillos o alimentos con las manos sucias de plomo y sus derivados son factores que favorecen la ingestión aumentando los riesgos de intoxicación. El polvo de sales u óxidos, los polvos o los vapores de plomo que llegan a los pulmones por vía respiratoria son íntegramente absorbidos.

La penetración del plomo a través de los pies es despreciable. Se puede absorber algo cuando existan escoriaciones o lesiones cutáneas. Hay que tener cuidado cuando las manos del operario están sucias del metal y sirven de vehículo intermedio en las intoxicaciones digestivas.

La prevención reporta medidas de protección médica, normas de higiene individual y protección técnica.

La protección médica se inicia con el reconocimiento previo y se sigue en los periódicos.

No siendo todos igualmente sensibles, es preciso descubrir los predispuestos. Los reconocimientos periódicos aseguran el diagnóstico precoz del saturnismo.

Entre las normas de higiene individual se citan las que siguen: Uso reglamentario de prendas protectoras como guantes o mascarillas, aseo adecuado, así como prohibición de comer, beber y fumar en ciertos locales, tales como locales de baterías.

La protección técnica, evitando la formación de polvos o vapores tóxicos y su disminución en todo lo posible, el reemplazo del plomo y sus compuestos por sucedáneos no tóxicos, como ya está sucediendo en las actuales pinturas de protección antioxidantes de tipo sintético.

3.4.2. Enfermedades causadas por el benceno y sus homólogos

Las enfermedades causadas por el benceno y sus homólogos se encuentran en franca regresión.

Debido a la peligrosidad de los elementos que los contienen, son siempre manipulados por medio de aparatos y recipientes completamente cerrados. No obstante, por su importancia, se da alguna noción de su toxicidad acción y prevención.

ACTIVIDADES DE RIESGO: Empleo del benceno y sus homólogos como decapantes, como diluyente, como disolvente para la extracción de aceites, grasas, alcaloides, resinas, etc.

Su toxicidad puede penetrar por vía digestiva, ingestión accidental, como por vía pulmonar, inhalación de vapores. La segunda es la más peligrosa.

La inhalación de vapores de benzol en dosis fuertes, determina fenómenos de excitación nerviosa con dolores de cabeza, vértigos y vómitos.

La prevención médica se consigue mediante los reconocimientos previos y periódicos. La prevención del benzolismo profesional se consigue con una protección eficaz contra los vapores y los contactos con los hidrocarburos aromáticos, realizado con su empleo actual en aparatos rigurosamente cerrados y prohibición absoluta de lavarse las manos con disolventes benzólicos.

3.4.3. Enfermedades causadas por las vibraciones

La prevención médica se consigue mediante el reconocimiento previo y los periódicos. La protección profesional se obtiene montando dispositivos antivibratorios en las máquinas y útiles que aminoren y absorban las vibraciones.

ACTIVIDADES DE RIESGO: Trabajos en los que se produzcan vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, perforadoras, sierras mecánicas, desbrozadoras, etc.

3.5.4. La sordera profesional



Al principio, la sordera puede afectar al laberinto del oído, siendo generalmente una sordera de tonos agudos, y peligrosa porque no se entera el trabajador. Esta sordera se establece cuando comienza el trabajo, recuperándose el oído cuando deja de trabajar, durante el reposo.

ACTIVIDADES DE RIESGO: Trabajos de obras públicas (movimiento de tierras, estructuras, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como las bulldozers, excavadoras, palas mecánicas, etc.

Las causas pueden ser individuales, susceptibilidad individual y otro factor, a partir de los cuarenta años, es menor la capacidad de audición, lo que indica que por lo tanto, ya hay causa fisiológica en el operario.

Las etapas de la sordera profesional son tres:

El primer período dura un mes, período de adaptación. El obrero, a los quince o veinte días de incorporarse al trabajo, comienza a notar los síntomas. Hay cambios en su capacidad intelectual, de compresión, siente fatiga, está nervioso, no rinde. Al cabo de un mes, se siente bien. Trabaja sin molestias, se ha adaptado por completo. La sordera de este período es transitoria.

Segundo período, de latencia total. Esta sordera puede ser reversible aun si se separa del medio ruidoso. Este estado hay que descubrirlo por exploración.

Tercer período, de latencia sub-total. El operario no oye la voz cuchicheada y es variable de unos individuos a otros. Después de este período aparece la sordera completa. No se oye la voz cuchicheada y aparecen sensaciones extrañas y zumbidos, no se perciben los agudos y los sobreagudos. Está instalada la sordera profesional.

El ambiente influye. Si el sonido sobrepasa los 90 decibelios es nocivo. Todo sonido agudo es capaz de lesionar con más facilidad que los sonidos graves, y uno que actúa continuamente es menos nocivo que otro que lo hace intermitentemente.

No hay medicación para curar ni retrotraer la sordera profesional. Hay tres formas de lucha contra el ruido: Procurando disminuirlo en lo posible mediante diseño de las máquinas y seleccionando individuos que puedan soportarlo mejor y la protección individual mediante protectores auditivos que disminuyan su intensidad.

3.5.5. La silicosis

La silicosis es una enfermedad profesional que se caracteriza por una fibrosis pulmonar, difusa, progresiva e irreversible.

La causa es respirar polvo que contiene sílice libre como cuarzo, arena, granito o pórfido.

Es factor principal la predisposición individual del operario y sensibilidad al polvo de sílice debido, por ejemplo, a afecciones pulmonares anteriores.

ACTIVIDADES DE RIESGO: Trabajos en canteras, galerías, y obras públicas en general.

Los primeros síntomas se observan radiológicamente. Esta fase puede durar de dos a diez años, según el tiempo de exposición al riesgo y la densidad del polvo inhalado.

Sobreviene luego la fase clínica caracterizada por la aparición de sensación de ahogo al hacer esfuerzo, todo ello con buen estado general.

La insuficiencia respiratoria es la mayor manifestación de la silicosis y repercute seriamente sobre la aptitud para el trabajo. El enfermo no puede realizar esfuerzos, incluso el andar deprisa o subir una cuesta. Cuando la enfermedad está avanzada no puede dormir si no es con la cabeza levantada unos treinta centímetros y aparece tos seca y dolor de pecho.

La prevención tiene por objeto descubrir el riesgo y neutralizarlo, por ejemplo, con riegos de agua. También con vigilancia médica.

La protección individual se obtiene con mascarilla antipolvo.

3.5.6. La dermatosis profesional

Los agentes causantes de la dermatosis profesional se elevan a más de trescientos. Son de naturaleza química, física, vegetal o microbiana. También se produce por la acción directa de agentes irritantes sobre la piel como materias cáusticas, ácidos y bases fuertes y otros productos



alcalinos. Constituye la enfermedad profesional más extendida.

Las **ACTIVIDADES DE RIESGO** que pueden causar la dermatitis son numerosas en la obra pública.

Su prevención consiste en primer lugar en identificar el producto causante de la enfermedad.

Hay que cuidar la limpieza de máquinas y útiles, así como de las manos y cuerpo por medio del aseo.

Se debe buscar la supresión del contacto mediante guantes y usando, para el trabajo, monos o buzos adecuadamente cerrados y ajustados. La curación se realiza mediante pomadas o medicación adecuada.

3.5.7. Neumoconiosis

Enfermedad que ataca principalmente al aparato respiratorio, provocado por el polvo, resultante de procesos de manipulación del cemento antes de amasado, en trabajo sobre terreno libre o subterráneo y por circulación de vehículos en obra; todo ello debido a la disgregación del gres o del granito.

ACTIVIDADES DE RIESGO: Soldadores, trabajos de la construcción en general.

La prevención consistiría por medio de filtrantes bien por retenciones mecánicas o de transformación física o química.

3.5.8. Humo

ACTIVIDADES DE RIESGO: Es el producido por motores o por hogares de combustión, proviene de trabajos de soldadura, debido a la descomposición térmica del revestimiento de los electrodos, unión de metales en operaciones de soldeo, llama de soplete, produciéndose en estas actividades emisiones de ácidos metálicos, retículas de cobre, manganeso, fosgeno, cromo, cadmio, etc., y por la realización de trabajos subterráneos al emplear maquinaria de variado tipo.

La prevención sería a base de filtrantes y de aislantes bien por sistemas semiautónomos o autónomos.

3.5.9. Gases

Pueden ser de dos gases. Gases irritantes, son olorosos y actúan en las mucosas como el flúor, cloro, etc., lo que permite al trabajador adoptar medidas de protección o salir de la zona afectada.

El otro tipo de gas es el asfixiante, que son inodoros, se podrían calificar de traicioneros, siendo esta circunstancia negativa para el individuo, al no tener el organismo humano defensa ante la presencia del gas, apareciendo los primeros malestares, es indicio de que la intoxicación ha comenzado. Este estado de cosas provoca accidentes irreversibles. El más significado es monóxido de carbono.

ACTIVIDADES DE RIESGO: Los agentes gaseosos provienen de colectores en servicio o en desuso, que contenga metano, amoníaco, productos sulfurosos, petrolíferos, etc. En trabajos de soldadura donde se desprende valores nitrosos de plomo o cinc. En empleo de recintos cerrados o mal ventilados de productos volátiles peligrosos como gasolina, tricloreotileno, esencia de trementina, imprimadores de la madera. Por emanaciones naturales del terreno en pozo o zanja, como metano o amoníaco. Por depósitos de productos petrolíferos que conservan durante mucho tiempo emanaciones peligrosas.

En presencia de gases inertes como el nitrógeno puede modificar la composición de la atmósfera respirable, disminuyendo el contenido de oxígeno y transformándola en peligrosa e incluso mortal.

La proporción de oxígeno en la atmósfera es normalmente del 21% en volumen; en espacios vacíos como pozos, depósitos, etc., el contenido del oxígeno puede disminuir a consecuencia de su desplazamiento por otros gases, porque el oxígeno reacciona con otras sustancias, o porque es absorbido por ella. En el caso de que el contenido de oxígeno descienda al 17% existe peligro de muerte.

La prevención, estaría formada por equipos dependientes del medio ambiente, por la retención mecánica y por la rentación y transformación y por mixtos. Aunque también se puede por equipos independientes del medio ambiente.



La protección individual sería preciso saber la periodicidad y duración de exposición al riesgo; actividad a desarrollar por el trabajador, situación de la zona contaminada con relación al puesto de entrada del aire puro o limpio y por último la temperatura y el grado de humedad del entorno.

3.5.10. Primeros auxilios

No siendo posible alcanzar un coeficiente de seguridad que implique un riesgo nulo, continúa existiendo la posibilidad de accidentes, aunque llevando a cabo todas las prescripciones del Estudio de Seguridad y Salud. Por ello es necesario tener previstas las medidas a aplicar cuando ocurran. Entre tales medidas debe existir: servicio médico, botiquín, servicio de socorrismo y primeros auxilios, camillas, ambulancias, etc. Con profusión y magnitud dependiente de las características de la obra. Es importante conseguir que, en cada tajo de trabajo aislado, exista un trabajador capacitado en la técnica de primeros auxilios.

4. MEDIDAS PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA.

4.1. CONDICIONES GENERALES.

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores.

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

4.2. INFORMACIÓN PREVIA.

Antes de acometer cualquiera de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de seguridad e higiene requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

- Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.
- Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.
- Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de seguridad e higiene de los trabajadores.
- Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

4.3. SERVICIOS AFECTADOS: IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen la zona de obra o estén próximas a él de tal forma que interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de



vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

4.4. ACCESOS, CIRCULACIÓN INTERIOR Y DELIMITACIÓN DE LA OBRA.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso de los equipos de protección individual", y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios y almacenamiento.

5. MEDIDAS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

5.1. GENERALIDADES.

Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra:

Se seguirán en todo momento las indicaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa, en cuanto se refiere al proceso de ejecución de la obra.

Se observarán, en relación con la salud y seguridad de los trabajadores, las prescripciones del Estudio, las normas contenidas en el Plan de Seguridad y Salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control del mismo.

Habrán de ser revisadas e inspeccionadas con la periodicidad necesaria las medidas de seguridad y salud adoptadas y deberán recogerse de forma detallada, las frecuencias previstas para llevar a cabo tal cometido.

Se ordenará suspender los trabajos cuando existan condiciones climatológicas desfavorables (fuertes vientos, lluvias, nieve, etc.).

Después de realizada cualquier unidad de obra:

- Se dispondrán los equipos de protección colectivos y medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.
- Se darán a los trabajadores las advertencias e instrucciones necesarias en relación con el uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como de las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.
- Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del lugar o área de trabajo los equipos y medios auxiliares, las herramientas, los materiales sobrantes y los escombros.

5.2. LUGARES DE TRABAJO.

Los lugares de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

- El número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que, en su caso, pueden tener que soportar, así como su distribución y posibles empujes laterales.
- Las influencias exteriores que pudieran afectarles.

A los efectos anteriores, deberán poseer las estructuras apropiadas a su tipo de utilización y se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que pueden soportar o suspender.



En el caso de que el soporte y otros elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran una estabilidad intrínseca, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros, con el fin de evitar cualquier desplazamiento intempestivo o involuntario del conjunto o parte del mismo.

La estabilidad y solidez indicadas deberán verificarse periódicamente y, en particular, después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del lugar de trabajo.

Los lugares de trabajo deberán ser objeto del correspondiente mantenimiento técnico que permita la subsanación más rápida posible de las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, así como de la limpieza que garantice las condiciones de higiene adecuadas.

Se delimitará y señalizará suficientemente el área ocupada por el personal dedicado a tareas de muestras y ensayos "in situ".

5.3. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS PELIGROSOS.

Las zonas de la obra que entrañen riesgos especiales, tales como almacenes de combustible, centros de transformación, etc., deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en las mismas.

Se deberán tomar las medidas pertinentes para proteger a los trabajadores autorizados a penetrar en las zonas de peligro y podrán acceder a las zonas o recintos de riesgo grave y específico sólo aquellos trabajadores que hayan recibido información adecuada.

Las zonas de peligro deberán estar señalizadas de modo claramente visible e inteligible y deberán delimitarse y señalizarse las áreas de prohibición expresa y condicionada.

5.4. LABORES EN AMBIENTE CONFINADO

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una

ocupación continuada por parte del trabajador.

5.6. ZONAS DE TRÁNSITO, COMUNICACIÓN Y VÍAS DE CIRCULACIÓN.

Las zonas de tránsito y vías de circulación de la obra, incluidas las escaleras y las escalas fijas, deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso, de tal manera que se puedan utilizar con facilidad, con toda seguridad y conforme al uso al que se las haya destinado. Hay que asegurarse de que los trabajadores empleados en las proximidades de dichas zonas de tránsito o vías de circulación no corran riesgo.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberán prever unas distancias de seguridad suficientes o medios de protección adecuados para los peatones.

Aquellos lugares de la obra por los que deban circular los trabajadores y que por lo reciente de su construcción, por no estar completamente terminados o por cualquier otra causa, ofrezcan peligro deberán disponer de pasos o pasarelas formadas por tablonos de un ancho mínimo de 60 cm., y otros elementos similares, de modo que resulte garantizada la seguridad del personal que deba circular por ellos, a no ser que se acceda al área de que se trate con prohibición de paso por ella.

Las pasarelas situadas a más de 2 metros de altura sobre el suelo o piso tendrán una anchura mínima de 60 cm., deberán poseer un piso unido y dispondrán de barandillas de 100 cm. de altura y rodapiés de 20 cm., también de altura. Las pasarelas deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Cuando sean necesarias escaleras de mano, de madera, sus largueros serán de una sola pieza. No se admitirá, por tanto, empalme de dos escaleras, y los peldaños deberán ir bien ensamblados, sin que se permita que vayan solamente clavados.

Las vías de circulación destinadas a vehículos y máquinas deberán estar situadas a distancia suficiente de los pasos de peatones, pasillos, etc.

Las zonas de tránsito y vías de circulación deberán mantenerse en todo momento libres de



objetos y obstáculos que impidan su utilización adecuada y puedan ser causa de riesgo para los trabajadores y habrán de estar, asimismo, claramente marcadas y señalizadas y suficientemente iluminadas.

Todas aquellas zonas que se queden sin protección estarán condenadas para evitar acercamientos peligrosos. Y ello, con la debida señalización.

5.7. TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES.

La manipulación y almacenamiento de sustancias susceptibles de producir polvos, emanaciones, olores, gases o nieblas corrosivas, o radiaciones, que especialmente pongan en peligro la salud o la vida de los trabajadores, se efectuará en locales o recintos aislados y por el menor número de trabajadores posible, adoptando las debidas precauciones, salvo que los Reglamentos de aplicación no prescriban lo contrario.

La utilización de esas sustancias se realizará preferentemente en aparatos cerrados, que impidan la salida al medio ambiente del elemento nocivo y si esto no fuera posible, las emanaciones, nieblas, vapores y gases que produzcan se captarán por medio de aspiración en su lugar de origen, para evitar su difusión.

El personal empleado en trabajos con riesgos especiales será previamente instruido por técnicos competentes y deberá demostrar su suficiencia mediante un examen o prueba teórico-práctica.

Los recipientes que contengan sustancias explosivas, corrosivas, tóxicas o infecciosas, irritantes o radioactivas, serán rotulados ostensiblemente, indicando su contenido y las precauciones para su empleo y manipulación por los trabajadores que deban utilizarlos.

Se evitarán los olores persistentes o especialmente molestos mediante los sistemas de captación y expulsión más eficaces y, si fuera imposible, se emplearán obligatoriamente máscaras respiratorias.

Los trabajadores expuestos a sustancias corrosivas, irritantes, tóxicas e infecciosas o a radiaciones peligrosas deberán estar provistos de ropas de trabajo y elementos de protección

personal adecuados y serán informados verbalmente y por medio de instrucciones escritas de los riesgos inherentes a su actividad y medios previstos para su defensa.

5.8. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO Y DE TRÁNSITO.

Todos los lugares de trabajo o de tránsito tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones o trabajos que se efectúen. Se empleará siempre que sea posible la iluminación natural.

Se deberá intensificar la iluminación de máquinas, aparatos y dispositivos peligrosos.

Cuando exista iluminación natural se evitarán, en lo posible, las sombras que dificulten los trabajos a realizar.

Se procurará que la intensidad luminosa en cada zona de trabajo sea uniforme, con evitación de los reflejos y deslumbramientos al trabajador.

En las zonas de trabajo y de tránsito que carezcan de iluminación natural, cuando ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten los trabajos, de modo que supongan riesgos para los trabajadores, o durante las horas nocturnas, se empleará la iluminación artificial. Se utilizarán, en su caso, puntos de luz portátiles provistos de protecciones antichoque, focos y otros elementos que proporcionen la iluminación requerida para cada trabajo.

Cuando la índole del trabajo exija la iluminación artificial intensa en un lugar determinado, se combinarán la iluminación general con otra complementaria, adaptada a la labor que se efectúe y dispuesta de tal modo que se eviten deslumbramientos.

La iluminación artificial deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del lugar de trabajo ni presentar ningún peligro de incendio o explosión.

En los locales y lugares de trabajo con riesgo de incendio o de explosión por el género de sus actividades, sustancias almacenadas o ambientes peligrosos, la iluminación será antideflagrante.



Se dispondrá de iluminación de emergencia adecuada a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente y capaz de mantener al menos durante una hora una intensidad de cinco lux. Su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

5.9. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Los ruidos y vibraciones se evitarán y reducirán, en lo posible, en su foco de origen, tratando de aminorar su propagación a los lugares de trabajo.

El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones se realizará con las técnicas más eficaces, a fin de lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, tales como bancadas cuyo peso sea superior de 1,5 a 2,5 veces al de la máquina que soportan, por aislamiento de la estructura general o por otros recursos técnicos.

Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones molestas se aislarán adecuadamente.

Se extremará el cuidado y mantenimiento de las máquinas y aparatos que produzcan vibraciones molestas o peligrosas para los trabajadores y muy especialmente los órganos móviles y los dispositivos de transmisión de movimiento de las vibraciones que generen aquéllas.

A partir de los 80 decibelios y siempre que no se logre la disminución del nivel sonoro por otros procedimientos, se emplearán obligatoriamente dispositivos de protección personal, tales como tapones auditivos, cascos, etc., y a partir de los 110 decibelios se extremará tal protección para evitar totalmente las sensaciones dolorosas o graves.

Las máquinas o herramientas que originen trepidaciones deberán estar provistas de horquillas u otros dispositivos amortiguadores y al trabajador que las utilice se le proveerá de equipo de protección antivibratorio.

Las máquinas operadoras automóbiles que produzcan trepidaciones o vibraciones estarán provistas de asientos con amortiguadores y sus conductores se proveerán de equipo de protección personal adecuado, como gafas, guantes, etc.

5.10. ORDEN Y LIMPIEZA DE LA OBRA.

Las vías de circulación interna, las zonas de tránsito y los locales y lugares de trabajo, así como los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, deberán mantenerse siempre en buen estado de salubridad e higiene, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias.

Los suelos de las zonas de tránsito, así como los de los locales, deberán estar siempre libres de obstáculos, protuberancias, agujeros, elementos punzantes o cortantes, sustancias resbaladizas y, en general, de cualquier elemento que pueda ser causa de riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

En los locales y las zonas de tránsito susceptibles de producir gran cantidad de polvo, la limpieza se efectuará por medios húmedos, o bien limpieza para los primeros. Todos los locales deberán someterse a una limpieza periódica, con la frecuencia necesaria.

Cuando el trabajo sea continuo se extremarán las precauciones para evitar efectos desagradables o nocivos del polvo y residuos y los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.

Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos cuya utilización ofrezca mayor peligro. El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasas u otras materias resbaladizas.

Los operarios encargados de la limpieza de los locales, lugares de trabajo o de elementos de las instalaciones de la obra, que ofrezcan peligro para su salud al realizarla, serán provistos del equipo protector adecuado.

Los aparatos, máquinas e instalaciones deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza por los trabajadores encargados de su manejo.

Como líquidos de limpieza o desengrasado, se emplearán, preferentemente, detergentes.

En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del



petróleo, estará prohibido fumar en las proximidades, lo que se advertirá convenientemente.

5.11. IZADO DE CARGAS.

5.11.1. Condiciones previas.

Deberá evitarse el paso de personas bajo cargas en suspensión y, siempre que sea posible, deberá acotarse la zona de izado de las cargas.

Para el izado de materiales sueltos se usarán bateas cuyos laterales dispongan de una protección a base de mallazo o de chapa, que evite que las cargas puedan salirse. En ningún caso las cargas sobrepasarán los bordes de las bateas.

Para la elevación de puntales, tablonos, etc., y materiales de similares características, se realizará un previo atado de las piezas para impedir que puedan deslizarse y, por tanto, caerse piezas del conjunto de la carga.

Para elevación de pastas (morteros, hormigones, etc.) se usarán cubos con compuerta de descarga y patas de apoyo. Su llenado no rebosará el borde.

5.11.2. Condiciones durante los trabajos.

Los operarios que deban recoger las cargas en alto deberán usar arnés de seguridad, salvo que existan barandillas de seguridad que protejan el hueco. En cualquier caso, como medida complementaria, el operario podrá usar alargaderas que le faciliten el acercamiento de las cargas, si bien su longitud deberá quedar limitada para evitar caídas al vacío.

Se darán instrucciones para que no se dejen cargas suspendidas sobre otros operarios, ni sobre zonas del exterior de la obra que puedan afectar a personas, vehículos u otras construcciones.

El gruista se colocará en lugar que tenga suficiente visibilidad y si ello no fuera posible utilizará el auxilio de otras personas que le avisen por sistemas de señales preestablecidos. Se prohibirá permanecer bajo las cargas suspendidas por las grúas.

5.12. MANEJO DE CARGAS Y PESOS.

Los riesgos propios del manejo de cargas y pesos son:

- Caída de objetos durante la manipulación.
- Caída de personal al mismo nivel.
- Golpes y aplastamientos.
- Cortes, quemaduras y erosiones provocadas por la carga.
- Lesiones provocadas por el esfuerzo físico.
- Fatiga muscular.

Un levantamiento y manejo incorrecto de cargas, puede dar origen a lesiones musculares y/o esqueléticas. Si se doblan bien las rodillas, se mantiene la espalda en línea recta y se realizan los esfuerzos con las piernas, pueden evitarse una gran cantidad de dolores y lesiones en los músculos de la espalda. El trabajo muscular para sostener el cuerpo, es tanto menor cuanto más derecho esté el cuerpo.

Durante el levantamiento, en primer lugar debe realizarse una extensión de piernas y después enderezar la parte superior del cuerpo. Utilizar medios auxiliares como palancas, correas, etc.

En caso de esfuerzos entre varios, que haya un solo responsable de la maniobra.

Es conveniente antes de realizar el levantamiento propiamente dicho de la carga, se estudien las siguientes posibilidades:

- Uso de todas las ayudas posibles que permitan disminuir los esfuerzos propios del levantamiento de la carga.
- Examen de los posibles riesgos de la carga: bordes cortantes, clavos, astillas, centro de gravedad...
- Sopesar la posibilidad de realizar la manipulación entre dos o más personas.
- Selección de la trayectoria (ruta y destino final) a seguir.



Una vez levantada la carga, conservar los brazos pegados al cuerpo (de esta forma es el cuerpo el que soporta el peso).

Transportar la carga de modo que no impida ver los obstáculos que puedan encontrarse en la trayectoria.

Colocar los pies separados (uno de ellos más adelantado que el otro) apuntando en la dirección que se pretende ir.

En el caso del levantamiento de una caja o bidón, conservar un pie separado hacia atrás con el fin de poder retirarse rápidamente en el caso de que la carga bascule. Mantener la espalda erguida y hacer el esfuerzo con las piernas.

Al manejar objetos pesados, utilizar calzado de seguridad.

Utilizar guantes para el manejo de cargas.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios y en función del riesgo serán:

- Ropa de trabajo apropiada.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón o faja para sobreesfuerzos.

6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS PREVISTAS SEGÚN LOS TRABAJOS A REALIZAR

6.1. TRABAJOS PREVIOS.

6.1.1. Delimitación y señalización de la zona de trabajo.

Colocación de las indicaciones y protecciones viales y de seguridad visibles e identificables, que acompañan, de forma paralela y provisional, a la ejecución de los trabajos en las diferentes fases de obra.

Esta señalización sirve igualmente al personal que trabaja en la obra, como a todos aquellos que, sin tener relación con ella, se ven afectados por el desarrollo de los trabajos.

6.1.1.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel
- Atropellos.
- Choques con vehículos.
- Vuelco de máquinas y vehículos.
- Pisadas sobre objetos
- Producción de polvo por la circulación de máquinas y vehículos de obra en las proximidades.
- Caída de objetos o residuos de obra durante el transporte de materiales sobre los camiones.
- Golpes y heridas con maquinaria, materiales o herramientas.
- Proyección de fragmentos durante el clavado de señales o causados por el paso de vehículos cerca.



- Ruido.
- Sobreesfuerzos.
- Desprendimientos con riesgo de sepultamiento en excavaciones.

6.1.1.2. Medidas preventivas.

Dada la naturaleza y extensión del Proyecto, resulta desproporcionado la colocación de un vallado perimetral en toda la obra que evite el paso de personas ajenas a ella, pero será necesario señalar y destacar de manera claramente visible e identificable, todo el perímetro de la obra, así como sus accesos, delimitando el paso de terceras personas a los lugares en los que se estén ejecutando trabajos de cualquier tipo.

Asimismo, en este tipo de proyectos adquiere una gran importancia la señalización de las zonas de los trabajos, tanto diurna como nocturna, estableciéndose en cada momento las rutas alternativas que en cada caso sean pertinentes.

La zona que será obligatoria delimitar será donde se coloquen las instalaciones de Higiene y Bienestar, con el fin de evitar la entrada de personas ajenas con el consiguiente riesgo.

Las condiciones mínimas del vallado deberán ser:

Tendrá 2 metros de altura.

Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.

Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.

Obligatoriedad del uso del casco, ropa de trabajo reflectante y calzado de seguridad en el recinto de la obra.

Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.

En los puntos de especial peligro como son estrechamientos o escalones laterales donde existe tráfico abierto debe realizarse mediante señalización luminosa u otros sistemas.

Siempre que se produzca un corte parcial o total de tráfico, se dará aviso a la policía local y a los servicios municipales que puedan verse afectados.

Las vallas de cerramiento para peatones, formadas por elementos tubulares, aisladas o empalmadas, no podrán ser nunca empleadas como dispositivos de defensa y a no ser que sustenten superficies planas reflectantes del tamaño prescrito, tampoco podrán ser utilizadas como elementos de balizamiento.

Debe indicarse mediante señalización adecuada la prohibición de acceso a cualquier persona ajena a la obra, así como las medidas de protección individual que deben adoptar las personas que accedan a ella (uso obligatorio de casco y calzado de seguridad...). La señalización de obra debe realizarse mediante señales que pueden contener mensaje escrito pero que necesariamente deben llevar pictograma.

Es recomendable que durante la realización de ciertos trabajos se señalice el uso



obligatorio de la protección individual.

Habrà señalización de riesgo eléctrico en todos los cuadros eléctricos, y se señalarán los extintores y botiquines de primeros auxilios existentes en la obra.

Se señalará la existencia de zanjas abiertas y se vallará toda zona peligrosa.

En trabajos cerca de tráfico rodado, no se comenzarán los trabajos hasta que no se encuentre colocada la señalización adecuada.

Una vez finalizados los trabajos, deberán retirarse inmediatamente las señales de obra.

Si en la zona de obras existe otro tipo de señalización permanente que esté en contradicción con las colocadas por las obras, ésta deberá anularse mientras la señalización de obra está vigente de modo que no exista ningún tipo de confusión.

Debe disponerse de señalización de recambio.

Las señales deterioradas, deberán ser reemplazadas inmediatamente.

Cada tramo afectado, se señalará según la normativa vigente tomándose las adecuadas medidas de seguridad que requiera cada caso.

Deberá seguirse lo indicado en Normas específicas. La Normativa vigente que puede incidir sobre la señalización fija o móvil de obras es la Ley de Seguridad Vial, el Reglamento General de circulación, la Norma de carreteras 8.3-IC Señalización de obras en carreteras y el Catálogo de señales de Circulación del Ministerio.

Deberá emplearse el mínimo número de señales que permita al conductor consciente prever y efectuar las maniobras necesarias con comodidad, evitando recargar su atención con señales innecesarias o cuyo mensaje sea evidente.

Toda señal que implique prohibición u obligación, deberá ser reiterada o anulada antes de que haya transcurrido 1 minuto desde que un conductor que circule a la velocidad prevista, la haya divisado.

Antes de comenzar un trabajo deben instalarse apropiados dispositivos de protección y aviso.

Las barreras deben ser del tipo apropiado de acuerdo con el tiempo que deban permanecer en el lugar (generalmente se utilizarán vallas amarillas de cerramiento).

Deben utilizarse conos y cilindros para protección temporal cuando se desee movilidad.

Poner elementos de balizamiento (luminosos) en aquellas zonas donde por falta de visibilidad, un conductor no pudiese apreciar con claridad la presencia de vallas.

Una alternativa a los luminosos sería poner doble cordón de balizamiento en las vallas.

Disponer de pasos de circulación para los peatones, en caso de ser necesarios.

Todas las señales de tráfico deben adaptarse a las normas reconocidas.

Ordenar el tráfico interno de la obra.



Todos los vehículos de obra deberán llevar señalización acústica que se pondrá en funcionamiento cuando circule marcha atrás en los viales de obra.

Cuando los vehículos de obra tengan que realizar maniobras de marcha atrás y existan obreros en las inmediaciones, todos los conductores serán ayudados por una persona que les dirigirá desde fuera

Llevar chalecos de alta visibilidad para facilitar la localización del trabajador.

Señalizar y delimitar el campo de trabajo de las máquinas y no invadirlo durante las mediciones y el marcado.

No trabajar en el radio de acción de la maquinaria de obra sin la presencia de una persona que coordine ambos trabajos.

Controlar la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuando las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento.

No transitar por zonas con peligro de desprendimientos o corrimientos de terreno y señalar su existencia.

Subir y bajar de los vehículos por los lugares indicados para ello, utilizando peldaños y asideros, tanto en la cabina como en la caja, siempre de frente al vehículo y no saltar.

Mantener los peldaños limpios y llevar calzado antideslizante.

No cargar con más de 25 Kg. o solicitar ayuda de otras personas si el peso es mayor y no se deben de adoptar posturas forzadas durante el levantamiento o se

utilizarán ayudas mecánicas.

Respetar las normas de seguridad en el empleo de maquinaria y herramientas.

6.1.1.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en los trabajos de delimitación y señalización de la zona de trabajo deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad.
- Ropa de agua de alta visibilidad.
- Guantes.
- Mascarilla de protección mecánica.
- Gafas antiproyecciones.
- Chaleco reflectante.

6.1.2. REPLANTEOS.

Trabajos destinados a trasladar y replantear sobre el terreno, de forma exacta, todos y cada uno de los puntos y elementos que aparecen en los planos del proyecto de obra.

Estos trabajos se desarrollan desde el comienzo de la obra hasta casi la finalización de la misma, por los equipos de topografía, definiendo por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra.



Para realizar estos trabajos se hará uso de los equipos de topografía formados por: estaciones totales, niveles, jalones, trípodes, miras, GPS, etc.

6.1.2.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes.
- Proyección de partículas.
- Ambiente pulvígeno.
- Ruido.
- Atropellos.
- Pisadas sobre objetos cortantes y/o punzantes.
- Sobreesfuerzos
- Exposición a contactos eléctricos con líneas aéreas o enterradas.
- Sepultamiento, aplastamiento o golpes con materiales desprendidos.
- Picaduras.
- Mordeduras
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).

6.1.2.2. Medidas preventivas.

Los operarios que realicen estas operaciones han de tener experiencia en estos trabajos.

Los trabajos han de realizarse con un jefe de equipo, que normalmente se trata de un Ingeniero Técnico Topógrafo o auxiliar de topografía.

Se deberá estudiar la ubicación de estaciones de topografía de tal forma que, en la medida de las posibilidades, éstas tengan un acceso fácil y una ubicación segura, antes y durante el desarrollo de la obra.

En el caso de que existan interferencias significativas con servicios o tráfico, ajenos a la obra, gestionar la retirada, definitiva o provisional del servicio. En el caso del tráfico, solicitar los cortes de viales o permisos para el desvío de la circulación y ocupación de calzada.

Señalizar los lugares con desnivel y proteger mediante vallado o protección equivalente los desniveles de obra.

Se colocarán rampas o escaleras para los accesos con desnivel.

Se colocarán tapas o balizamiento provisional en los pozos y arquetas

Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.

Todos los trabajos que se realicen en altura, de comprobación o replanteo, han de llevarse a cabo con arnés de sujeción anclado a puntos fijos de las estructuras, si no existen protecciones colectivas.

Debe evitarse la estancia durante los replanteos en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.



No transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimiento del terreno.

Proteger los posibles corrimientos en zonas blandas con entibaciones, redes u otros medios de contención.

Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos.

En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de replanteo de acuerdo con la Dirección Facultativa y el Jefe de Obra. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.

Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos y demás servicios afectados, para evitar contactos directos o indirectos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.

Evitar el trabajo en presencia de tormentas eléctricas o finalizarlo inmediatamente si aparece. Buscar un lugar resguardado y evitar los árboles o postes y elementos metálicos o el contacto con agua o lugares húmedos.

Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con

un botiquín, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario, que vendrá obligado a circular de forma ordenada por los viales de obra. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas de la obra.

Se tendrá un mantenimiento adecuado y periódico del vehículo utilizado.

Respetar la señalización de tráfico.

Cargar adecuadamente el vehículo según peso, y tamaño de la carga y sujetar ésta firmemente.

No confiarse ante ningún trabajo y tener siempre presentes y aplicar las normas de seguridad correspondientes a cada tipo y lugar de trabajo.

Para los trabajos delicados o en los que requieren coordinación, es necesario establecer un código de comunicación verbal, de gesto o señales, que sea sencillo y claro y que todos conozcan y sepan interpretar.

Posibilitar un medio de comunicación eficaz a cada situación de trabajos o proporcionar intercomunicadores si hace falta.

6.1.2.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en los trabajos de replanteo deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Chalecos reflectantes.
- Cascos de seguridad.



- Guantes para el personal de jalonamiento y estacado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Arnés de seguridad.
- Traje impermeable.
- Botas de seguridad.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtros antipolvo.
- Gafas anti-impactos.
- Botas de agua.

6.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.

6.2.1. Despeje y desbroce.

Operaciones encaminadas a eliminar matorrales, hierbas, residuos, materiales abandonados, depósitos de basura u otros obstáculos del terreno, a mano o a máquina.

Los escombros y materiales abandonados se recogen y acumulan en una zona del terreno que haya que recrecer, como material de aportación, para lo cual han de ser inertes física y químicamente (para que no cambien de volumen con el tiempo, la presión, o el contacto con otras sustancias del terreno, o reaccionen con los cementos o la red de saneamiento), han de ser compactables y han de tener la resistencia mecánica necesaria en esa zona.

Como maquinaria a emplear durante la ejecución de los trabajos se prevé la utilización de:

- Retroexcavadora para recoger, cargar y extender.
- Bulldozer para recoger, cargar y extender.
- Dumper para trasladar.
- Pala cargadora.
- Compactadores.
- Camión volquete
- Desbrozadora.

6.2.1.1. Identificación de Riesgos.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel en acceso o descenso de la maquinaria.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles de las máquinas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Atropellos, colisiones y atrapamientos por maquinaria o elementos móviles.
- Caídas de material desde la caja de los vehículos.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Picaduras.
- Mordeduras.

6.2.1.2. Medidas preventivas.

Se colocará cinta de balizamiento en las zonas con riesgo de caída a distinto nivel.



En caso de tener que actuar en bordes de desniveles se colocarán líneas de vida y se usará arnés de seguridad.

Se procurará establecer zonas de aparcamiento de vehículos tanto del personal de obra como de maquinaria utilizada para los trabajos de despeje y desbroce.

Se señalizará la presencia de servicios aéreos. En presencia de líneas de electricidad aéreas dentro del solar, en espera de ser derivadas, y ante la posibilidad de un contacto eléctrico directo, se mantendrá una distancia de seguridad.

Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

La maleza debe eliminarse mediante siega con desbrozadoras y se evitará siempre recurrir al fuego.

Se deben planificar y señalar las zonas de acopios y escombros.

Antes de proceder al desbroce se obtendrá información sobre la probabilidad de encontrar en él cualquier especie animal o vegetal capaz de afectar a la salud de los trabajadores, causando infecciones, irritaciones, picaduras, mordeduras y otras lesiones causadas por seres vivos.

Los lugares en los que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizados, balizados y protegidos convenientemente.

Los árboles, postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente

con tornapuntas y jabalcones.

Los elementos inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.

6.2.1.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en la ejecución de los trabajos de despeje y desbroce deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Arnés de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Botas de agua.
- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada.
- Mascarilla de protección.
- Tapones antirruído.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad.

6.2.2. Excavación a cielo abierto (desmontes).

La unidad se aplicará a la excavación para ejecutar la propia traza y las cimentaciones de las estructuras objeto del proyecto.

Se define como excavación al conjunto de operaciones realizadas para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la obra.

Como maquinaria a emplear durante la ejecución de los trabajos se prevé la utilización de retroexcavadora y camión basculante y para la detección de posibles



servicios afectados serán necesarias operaciones manuales.

6.2.2.1. Identificación de Riesgos.

- Deslizamiento de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de excavación.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por variación de la humedad del terreno.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por filtraciones acuosas.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos, uso de martillos rompedores, etc.)
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por alteraciones del terreno, debidos a variaciones fuertes de temperaturas.
- Desprendimientos de tierra y/o rocas, por soportar cargas próximas al borde de la excavación (árboles con raíces al descubierto o desplomados, etc.)
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por fallo de las entibaciones.
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, en excavaciones bajo nivel freático.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimientos de tierras.
- Caídas de personal y/o de cosas a distinto nivel (desde el borde de la excavación).
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Problemas de circulación interna (embarramientos) debidos a mal estado de la pista de acceso o circulación.
- Picaduras.
- Caídas de personal al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.

- Contactos eléctricos indirectos.
- Polvos.
- Ruido.

6.2.2.2. Medidas preventivas.

Serán de aplicación las normas de uso y mantenimiento de la maquinaria necesaria para la ejecución de los trabajos anteriormente especificadas.

En caso de presencia de agua en la obra se achicará inmediatamente.

Se procederá al apuntalamiento, u otro sistema análogo de protección, de las paredes de la excavación cuando se sobrepase 1'30 metros de profundidad y exista riesgo de desprendimiento o deslizamiento del terreno, dependiendo del tipo y estado de las tierras, en cuya base de la pared exista la presencia de personas, o bien se adoptará alguna otra medida de prevención que posteriormente se citará.

El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.

El frente y paramentos verticales de una excavación debe ser inspeccionado siempre al iniciar (o dejar) los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.



El saneo (de tierras, o roca) mediante palanca (o pértiga), cuando exista riesgo de caída superior a 2 metros y cuando no exista protección colectiva alguna, se ejecutará sujeto mediante arnés de seguridad amarrado a un "punto fuerte" (construido expresamente, o del medio natural; árbol, gran roca, etc.)

Se señalizará mediante una cinta de señalización la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación, (mínimo 1,5 metros, como norma general).

Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección de Obra.

Se inspeccionarán por personal cualificado y autorizado para ello, las entibaciones que pudieran haberse colocado, aunque en principio no se prevén éstas, antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.

Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo, debe reforzarse, apuntalarse, etc., la entibación.

Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.

Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado al terreno. No obstante y mientras tanto se procede a su eliminación, las zonas en las que puedan producirse desprendimientos de árboles con raíces descarnadas, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente.

Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que

suponga el riesgo de desprendimientos.

Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo o entibado en caso de que fuese necesario.

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por persona cualificada para ello.

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando.

Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.

Para acceso a zonas (fondos) de excavación se tendrá presente que procurará separar, el acceso de personas del de vehículos. En caso contrario, se construirá una barrera de acceso de seguridad a la excavación para el uso peatonal.

Se prohibirá trabajar o permanecer, dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

6.2.2.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en la ejecución de los trabajos de excavación a cielo abierto deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de obra.



- Botas de seguridad.
- Botas de agua.
- Traje impermeable.
- Mascarilla antipolvo.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o PVC.
- Protectores auditivos.
- Arnés de seguridad.

6.2.3. Excavación en zanjas y pozos.

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos.

Su ejecución incluye las operaciones de excavación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Como maquinaria a emplear durante la ejecución de los trabajos se prevé la utilización de retroexcavadora en lugares complicados y para la detección de posibles servicios afectados serán necesarias operaciones manuales.

Para el acceso o salida de las zanjas se hará uso de las escaleras de mano

6.2.3.1. Identificación de Riesgos.

Los riesgos más significativos de la presente unidad de obra son los siguientes:

- Desprendimiento de paredes de terreno
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas al interior de la zanja.

- Interferencias con conducciones eléctricas enterradas.
- Inundaciones por rotura de tuberías o grandes lluvias.
- Emanaciones de gas por rotura de conducciones.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Atrapamientos de personas por maquinaria.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atropellos y golpes por vehículos de obra o maquinaria.
- Ambiente pulverulento.
- Ruido.
- Pisadas sobre objetos
- Sobreesfuerzos.
- Vibraciones

6.2.3.2. Medidas preventivas.

Antes de comenzar los trabajos se realizará un estudio del terreno y se recabará la información previa sobre servicios y afecciones. Se deberá disponer además de informes geológico y geotécnico del terreno. Una vez comenzados los trabajos, se descubre cualquier tipo de conducción subterránea, se paralizarán los trabajos avisando a la dirección de la obra para que dicte las acciones de seguridad a seguir.

El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y apoyada sobre una superficie sólida. La escalera sobrepasará en 1 metro, el borde de la zanja.

Antes de comenzar las operaciones la maquinaria en el interior de la excavación, deberá comprobarse la no presencia de personal en el interior de las zanjas.



Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 metros del borde de una zanja.

Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 metros, deberá limitarse la zona de trabajo, acopio y circulación con cinta de balizamiento o malla plástica.

Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra.

Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V., los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.

En el caso de ser necesaria y posible la permanencia simultánea de trabajadores y maquinaria en el interior de la zanja, los accesos serán distintos para personas y para máquinas. Para éstas últimas se establecerán unas zonas de maniobra, espera y estacionamiento, antes de la entrada a la misma. Las maniobras serán dirigidas por señalistas.

Se evitará en todo momento la simultaneidad de trabajos en la misma vertical, pero si esto fuese imposible se instalarán, de manera obligatoria, elementos de retención que eviten la caída de material al interior de la zanja.

En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas, es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.

Cuando se utilicen medios mecánicos de excavación, se mantendrán distancias mínimas de seguridad con el fin de que los trabajadores no entren en el radio de acción de las máquinas.

En zanjas y pozos, siempre que haya trabajadores en su interior se mantendrá uno de retén en el exterior que podrá ayudar en el trabajo y dar la señal de alarma en caso de observar anomalías o producirse alguna emergencia

6.2.3.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en la ejecución de las excavaciones en zanjas deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Guantes de seguridad
- Arnés de seguridad
- Botas de seguridad
- Casco de seguridad
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Traje impermeable.
- Mono o buzo de trabajo.
- Cinturón antivibraciones
- Mascarilla antipolvo.
- Filtro para mascarilla.
- Chaleco reflectante.

6.2.4. Terraplenes, rellenos de tierras o rocas.

Rellenos en terraplén: consisten en la extensión y compactación de suelos procedentes de la excavación o de préstamo, en zonas de extensión tal que permita la utilización de maquinaria de elevado rendimiento o de bajo rendimiento en el relleno de cajeros y bataches para asiento de terraplenes.



Rellenos en zanjas y prezanjas: esta unidad consiste en el relleno de las sobreexcavaciones (prezanjas), realizadas entre la cota a partir de la cual se establece la profundidad de definición de la conducción y la del terreno natural o línea de explanación existente, o de zanjas o pozos para conducciones y arquetas, según el caso, con material procedente de la excavación.

6.2.4.1. Identificación de Riesgos.

Los riesgos más significativos de la presente unidad de obra son los siguientes:

- Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.
- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de material desde las cajas de los vehículos.
- Atropellos y golpes por maquinaria y vehículos de obra.
- Atrapamientos de personas por maquinaria.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria o vehículos de obra.
- Corrimientos o desprendimientos del terreno.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelco de vehículos.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruido ambiental.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Pisada sobre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a contactos eléctricos.

- Golpes con vehículos.
- Polvo.
- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso.
- Atropellos de personal propio o ajeno a la obra.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)

6.2.4.2. Medidas preventivas.

Para los trabajos de relleno de tierras, se hará uso de camiones de transporte y compactadora, además de la retroexcavadora en zanjas.

Con respecto al entorno de la obra hay que tener especial cuidado con la posible presencia de líneas eléctricas aéreas, así como mantener las distancias mínimas de seguridad para evitar que los operarios entren dentro del radio de acción de la máquina en movimiento.

Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

Todas las maniobras de vertidos en retroceso serán dirigidas por el Capataz, Jefe del Equipo o Encargado.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros, (como norma general) en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. (La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).

Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de



“peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”. También se señalizará el recorrido de los vehículos en el interior de la obra.

Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: -vuelco-, -atropello-, -colisión-, etc.). específica para los trabajadores en relación a los sistemas y procedimientos de protección colectiva, medidas preventivas y medidas de carácter organizativo y procedimental definidas, equipos de protección individual, así como de las condiciones del entorno en el que se realiza la obra.

6.2.4.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en la ejecución de los trabajos de terraplenes, rellenos de tierras o rocas deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables de seguridad.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Guantes de cuero.
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de trabajo.

6.3 TRABAJOS CON FERRALLA. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA.

La ferralla, son las barras o mallas de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para colaborar con él a resistir los esfuerzos a que se encuentra sometido, especialmente los esfuerzos a tracción. Los trabajos consisten en las operaciones de enderezado, corte, doblado y colocación.

La elaboración y colocación de las armaduras es una operación que se realiza manualmente y por personal especializado.

La maquinaria que habitualmente se utiliza para estas tareas son:

- Dobladora mecánica de ferralla.
- Radial.
- Cizalla.
- Camión grúa para el izado y puesta definitiva de las armaduras.

Para los trabajos de atado mediante alambre del acero corrugado se hará uso de herramientas manuales como son las tenazas para ferrallista.

6.3.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Pisadas sobre objetos.

6.3.2. Medidas preventivas.

Serán de aplicación las normas de uso y mantenimiento de las herramientas manuales y la maquinaria necesarias para la ejecución de los trabajos anteriormente especificada.



Serán de aplicación las normas de uso y mantenimiento de los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos anteriormente especificados.

La ferralla puede llegar a obra, elaborada desde el taller del suministrador o bien en paquetes de barras de diferentes diámetros y longitudes sin trabajar. En ambos casos y dadas las dimensiones y el peso del material, se deberá de prever el lugar de acceso y de estacionamiento del vehículo de transporte y la localización de la zona de acopio del material.

Los paquetes de barras de acero y armaduras elaboradas se acopiarán horizontalmente y sobre durmientes de madera que facilitarán el posterior "ahorcado" del material para su traslado, evitándose en todos los casos el transporte del material suspendido el mismo a través de los latiguillos de acero que unen el material.

Del mismo modo, se preverá la localización del taller de ferralla donde se procederá a la revisión, modificación y elaboración de las armaduras necesarias.

El transporte y el izado de las armaduras se realizará sujetando éstas, por dos puntos separados, mediante eslingas.

El personal que intervenga en los trabajos deberá estar autorizado y formado en el manejo de estos equipos.

En los trabajos de elevación de armaduras de ferralla, existe el riesgo de caída de la cara, por lo que ninguna persona permanecerá en las proximidades de las mismas, dirigiéndose las cargas mediante cuerdas guías.

En caso de realizarse un desmontaje de armaduras se procederá en sentido inverso al montaje.

Las armaduras verticales de espera se protegerán mediante setas cubre-esperas, cuando haya riesgo de caída sobre ellas.

Los emparrillados verticales de armaduras no podrán utilizarse como escaleras de mano para acceder a otras zonas de trabajo. El paso sobre parrillas horizontales se efectuará mediante "camino de tres tablones de anchura" (60 cm. como máximo) que permitan la circulación sobre la zona en fase de armado de negativos o tendido de mallazos de reparto.

Los restos o recortes de hierros y acero se acopiarán en sitios estratégicos para su posterior evacuación.

Se efectuará un barrido diario de alambres y recortes de ferralla.

Las herramientas manuales se transportarán en cajas o cinturones portaherramientas.

6.3.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en los trabajos de manipulación y puesta en obra de ferralla deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Arnés de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.



- Trajes impermeables

6.4. TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

Para contener el hormigón en masa, se dispondrán moldes metálicos o de madera que lo moldearán hasta su fraguado. Una vez transcurrido el tiempo de fraguado se irán retirando los moldes de encofrado.

Las principales situaciones de riesgo se localizan en la manipulación de piezas de dimensiones considerables. Habrá que prestar especial atención en el acopio y transporte del material y en su corte con sierras eléctricas

Estos trabajos persiguen la ejecución de los encofrados mediante paneles metálicos o de madera.

La maquinaria que habitualmente se utiliza para estas tareas son:

- Mesa de sierra circular
- Camión grúa para el izado y puesta definitiva de los paneles de encofrado.
-

Para los trabajos de anclaje de los paneles de encofrado se hará uso de herramientas manuales como son las tenazas para ferrallista.

6.4.1. Identificación de riesgos.

- Aplastamiento por desprendimientos por mal apilado de la madera
- Atrapamiento o aplastamiento durante el manejo de cargas elevadas.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Cortes y golpes por manejo de herramientas y máquinas herramientas.
- Caídas a distinto nivel.

- Vuelco de los paquetes de la madera durante el accionamiento con grúa.
- Caída de madera a distinto nivel de desencofrado.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobre esfuerzos.
- Los derivados por trabajos en condiciones meteorológicas extremas.
- Choques contra objetos inmóviles (partes salientes de las estructuras, material acopiado, etc.).
- Choques y golpes por manejo de cargas elevadas.
- Proyección de fragmentos o partículas a los ojos (golpes sobre las placas, operaciones de desencofrado, etc.).

6.4.2. Medidas preventivas.

Como medios auxiliares en los trabajos de encofrado en altura se emplearán plataformas de trabajo a las que se accederá por medio de escaleras de mano.

Los trabajos que se realicen durante un periodo de tiempo considerable se realizarán amarrados mediante arnés de seguridad a un punto estable del encofrado, para evitar la caída desde la escalera de mano utilizada.

Estará prohibido en todo caso trepar por los encofrados.

Especial atención deberá prestarse a la realización del encofrado de muros con taludes próximos, por el riesgo de desprendimiento del terreno.

Es muy importante comprobar la estabilidad del encofrado antes de proceder a la fase de hormigonado y durante su montaje, para evitar el desmoronamiento de éste, con el consiguiente peligro.



Con el fin de evitar el colapso del encofrado, se procederá a su hormigonado por tongadas de longitud similar a la del encofrado, para la entrada en carga del mismo de forma homogénea y uniforme.

La limpieza de los tajos es una buena práctica para evitar accidentes de trabajo.

En esta actividad no es menos importante, por lo que todo el material desechado de los encofrados será retirado con la menor brevedad posible, además de retirar y limpiar las maderas de los clavos utilizados.

Todo el material de encofrado será perfectamente apilado, sin sobrepasar alturas que puedan producir su derrumbe o dificulten su atado para su elevación o transporte.

De igual forma, el transporte por grúa del material de encofrado se realizará de forma que no exista riesgo de caída o desprendimiento, además de la norma general de no circular dichas cargas por zonas ocupadas por personal de otros tajos ni transportar personas sobre los elementos del encofrado.

Se suspenderán los trabajos al exterior en presencia de vientos fuertes y lluvias intensas.

Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el encofrado.

El ascenso o descenso de personal a los encofrados se realizará por escaleras de mano reglamentarias.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura

mediante protecciones de huecos y barandillas.

Se prohíbe circular sobre sopandas, se tenderán tableros que actúen de caminos seguros.

Será obligatorio el establecimiento de un procedimiento de información y formación específica para los trabajadores en relación a los sistemas y procedimientos de protección colectiva, medidas preventivas y medidas de carácter organizativo y procedimental definidas, equipos de protección individual, así como de las condiciones del entorno en el que se realiza la obra.

6.4.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en la ejecución de los trabajos de encofrado y desencofrado deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo apropiada.
- Casco de seguridad.
- Gafas antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón o faja para sobreesfuerzos.

6.5. TRABAJOS DE HORMIGONADO.

Una vez estén colocados los encofrados y las armaduras, se procederá a hormigonar el elemento en cuestión.

La maquinaria que habitualmente se utiliza para estas tareas son:



- Camión hormigonera
- Bomba para hormigonar autopropulsada.
- Vibrador.

6.5.1. Identificación de riesgos.

- Rotura o reventón de encofrados.
- Fallo de entibaciones.
- Corrimiento de tierras.
- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas.
- Atrapamientos con maquinaria.
- Vibraciones por manejo de agujas vibrantes.
- Ruido ambiental.
- Dermatitis.

6.5.2. Medidas preventivas.

Como medios auxiliares se emplearán las escaleras de mano, plataformas de trabajo y andamios, según los casos.

La maquinaria a emplear será el camión hormigonera, bomba de hormigonar autopropulsada y vibrador.

En general, previamente a los trabajos de hormigonado se tendrá que comprobar el buen estado de los encofrados, para evitar la caída de estos al entrar en carga o reventones y derrames. El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, para evitar sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.

Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminará antes del vertido del hormigón, puntas, restos de madera, redondos y alambres.

La maniobra de vertido será dirigida por un Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

6.5.2.1. Vertidos directos mediante canaleta.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros (como norma general) del borde de la excavación.

Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.

Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos, en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos con riesgo de caída desde altura.

6.6.5.2.2. Vertido de hormigón mediante bombeo.

El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.



La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.

Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tabloncillos seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.

El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por “tapones” y “sobre presiones” internas.

Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, en evitación de “atoramiento” o “tapones”.

Es imprescindible evitar éstos. Para tal fin se evitarán los codos de radio reducido.

Después de concluido el bombeo, se lavará y limpiará el interior de las tuberías de impulsión de hormigón.

Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la “redcilla” de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total, del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.

Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota

de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento.

6.5.2.3. Vertido mediante cubo o cangilón.

En el vertido mediante cubo desde grúa torre, en ningún caso se sobrecargará la grúa, el elemento de transporte o las eslingas. Se marcará el nivel máximo de llenado de la cuba.

Será importantísimo la señalización de maniobras entre el operario que hormigona y el gruista. El primero deberá ir protegido con guantes de goma y situado en plataformas debidamente construidas.

La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.

Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.

Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

6.5.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en la ejecución de los trabajos de hormigonado deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos



- Guantes de seguridad.
- Guantes impermeabilizados.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
- Cinturón antivibratorio.
- Muñequeras antivibratorias.
- Protectores auditivos.
- Arnés de seguridad.

6.6 FORMACIÓN DE BASES DE MATERIAL GRANULAR. ZAHORRA ARTIFICIAL.

Formación de capas granulares de base para carreteras, realizadas con áridos machacados, total o parcialmente. Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento, aportación del material, extensión y humectación si procede, compactación de cada tongada y refino de la superficie de la última tongada.

Los materiales serán extendidos, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en tongadas y se procederá a la compactación.

Como maquinaria a emplear durante la ejecución de los trabajos se prevé la utilización de:

- Camión transporte para el transporte del material.
- Motoniveladora para el extendido del material.
- Compactador del material aportado.
- Como herramienta manual a emplear durante la ejecución de estos trabajos se prevé la utilización de: Pala, rastillo y escobas.

6.6.1. Identificación de Riesgos.

- Caídas del personal al mismo nivel.
- Caídas del personal a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atropellos.
- Accidentes y choques del tráfico de obra.
- Vuelcos y/o deslizamientos de la máquina.
- Afecciones a vías de servicio.
- Atrapamientos por partes móviles de máquinas y camiones.
- Polvaredas que disminuyan la visibilidad.
- Irritación de las mucosas, afecciones cutáneas y reacciones alérgicas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Pisada sobre objetos.
- Cortes y golpes producidos por objetos y herramientas.
- Sobre esfuerzos.

6.6.2. Medidas preventivas.



Debe señalizarse y balizarse la zona de trabajo, para evitar que por ella discurran operarios ajenos a los trabajos.

Colocar vallado o balizas al borde de taludes que indiquen su presencia y adviertan del peligro de vuelco.

Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad durante el trabajo y al desplazarnos por la obra.

Anunciar las maniobras con antelación y respetar la distancia de seguridad con los trabajadores y el resto de vehículos y maquinaria.

Detener el vehículo si vemos trabajadores o maquinaria en el recorrido que vamos a realizar.

Si invadimos el radio de acción de otro vehículo o maquinaria, detener nuestras operaciones o coordinar nuestros movimientos mediante un señalista.

Examinar el terreno antes de comenzar los trabajos para evitar grietas o pozos que pudieran ocasionar hundimientos o vuelco.

Durante la maniobra de descarga, no habrá trabajadores cerca de la caja del camión.

No fumar ni hacer llama junto al depósito de combustible, la cisterna ni las baterías.

Los camiones basculantes no arrancarán hasta tener la caja completamente bajada.

Se recomienda la existencia de un extintor de polvo polivalente en la cabina de la maquinaria.

Se tratará que los terrenos por los que deba transitar sean lo más regulares posibles, circulando a velocidades lentas.

Extreme las precauciones al trabajar próximo a la maquinaria.

El personal que maneje la maquinaria será especialista en su uso y contará con el Permiso de Conducir de la categoría correspondiente.

Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.

Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de árboles, bien se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se vigilará o se acotará si fuese preciso el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.

Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuera preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.

Se evitará, siempre que sea posible, el trabajo simultáneo en niveles superpuestos.

Cuando resulte obligado realizar algún trabajo con este condicionante, se analizarán previamente las situaciones de riesgo que se planteen y se adoptarán las oportunas medidas de seguridad.



Los vehículos se cargarán adecuadamente, tanto en peso a transportar como en distribución de la carga, estableciéndose un control necesario para que no se produzcan excesos que puedan provocar riesgos por caída incontrolada de material desde los vehículos o por circulación de éstos con sobrecarga.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.

El movimiento de los vehículos de excavación y transporte se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Como medidas a adoptar con la maquinaria destacamos:

Los camiones basculantes no arrancarán hasta tener la cama completamente bajada.

Las cabinas de los dúmperes o camiones para el transporte de tierras estarán protegidas contra la caída o desplazamiento del material a transportar por viseras incorporadas a las cajas de estos vehículos.

Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamientos neumáticos, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.

Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara" y la "Carga máxima".

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Cada equipo de carga para rellanos será dirigido por un Jefe de Equipo que coordinará las maniobras.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas, (especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).

Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar interferencias.

Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Capataz, Jefe de Equipo o Encargado.

Se señalizará oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente, indicándose los distintos riesgos con las correspondientes señales de tráfico y seguridad.

Se prohíbe la permanencia de personas en el radio inferior a los 6 metros. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado.



Se señalarán los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.

Los vehículos utilizados están dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.

Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligros, vuelco, atropello, colisión, etc.).

Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

Cuando se trabaje con maquinaria de compactación, el operario será un experto en su manejo, ya que estas máquinas tienen un centro de gravedad relativamente alto respecto al suelo, lo que las hace lateralmente muy inestables, por lo que al tratar de salvar incluso pequeños desniveles, se produce el vuelco.

En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas, (especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).

Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación

de recorrido para el vertido en retroceso.

En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento.

6.6.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en los trabajos de extendido de firmes granulares deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Gafas de seguridad y mascarilla de protección.
- Chaleco reflectante.
- Guantes.
- Traje impermeable.
- Protectores auditivos.

6.7. EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL

Se define el aporte y extendido de tierra vegetal como la operación de situar, en los lugares y cantidades indicados en el Proyecto una capa de tierra vegetal procedente de excavación en préstamos o de los acopios realizados.

Comprende las operaciones de:



- acopio de la tierra cuando proceda
- carga de la tierra
- transporte hasta el lugar proyectado
- distribución o extendido en capa uniforme

La carga y la distribución de la tierra se deben hacer generalmente con una retroexcavadora y camiones basculantes, que dejan la tierra en la parte superior de las zonas de actuación, en el caso de extendido mecánico, siendo manual el reparto en el resto de los casos.

6.7.1. Identificación de riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.

6.7.2. Medidas preventivas

En la zona donde se realicen los trabajos sólo permanecerá el personal que los lleve a cabo, informando al resto de trabajadores de la prohibición de transitar por estos tajos.

Para delimitar el área de trabajo se balizará con la suficiente amplitud para comprender una zona de seguridad, en previsión de que fragmentos o el radio de acción de las máquinas pudieran ocasionar riesgos en espacios mayores.

Para prevenir los riesgos que se pudieran ocasionar a terceras personas ajenas a

la obra, se colocará la señalización vial necesaria y un operario advertirá la presencia de estos trabajos (a los peatones y vehículos) e indicará los itinerarios que deben seguir.

Se ordenará la circulación del tráfico dentro de la obra, mediante el balizamiento y señalización vial necesaria, estableciendo pasos seguridad para los operarios que transiten a pie.

Los lugares en los que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizados, balizados y protegidos convenientemente. Los árboles, postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jabalcones.

Una vez que el encargado haya verificado que se han cumplido las normas anteriores, que se han colocado las protecciones colectivas, que los trabajadores llevan colocados los equipos de protección individual necesarios, que la señalización se encuentra correctamente colocada y que la maquinaria a emplear cumple con la normativa legalmente establecida y las normas que se indican en este Estudio de Seguridad y Salud, podrá autorizar el comienzo de estos trabajos.

6.7.3. Equipos de protección individual

Los operarios que intervengan en la ejecución de los trabajos de aporte y extendido de tierra vegetal deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Protectores antirruído.
- Faja antivibraciones.



- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Botas de agua.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C.
- Mascarillas autofiltrantes
- Fajas y cinturones antivibratorios.
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvo.
- Chaleco reflectante.

7. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS PREVISTAS SEGÚN LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR.

7.1. MEDIDAS GENERALES PARA MAQUINARIA PESADA.

Al comienzo de los trabajos, el jefe de obra comprobará que se cumplen las siguientes condiciones preventivas, así como las previstas en su propio Plan de Seguridad y Salud, de las que mostrará, en su caso, comprobantes que el coordinador de seguridad y salud de la obra pueda requerir.

A continuación se exponen una serie de medidas preventivas comunes a toda la maquinaria que previsiblemente se utilizará en la presente obra.

7.1.1. Generales.

Verificar que se mantiene al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.

A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de seguridad para los operadores.

Utilizar la máquina siguiendo fielmente las instrucciones. No desmontar, quitar o modificar los dispositivos de seguridad.

Actuar según las normas de comportamiento adecuadas a la actividad que se está realizando (procedimiento de trabajo). Ante una duda a la hora de realizar las correspondientes maniobras consultar a los mandos.

El personal que maneje la maquinaria será especialista en su uso y contará con el Permiso de Conducir de la categoría correspondiente o, si se trata de maquinaria que no precisa del mismo, contará con una acreditación expedida por la Empresa en la que se haga constar que ha recibido la formación e información necesaria para su empleo seguro. Además seguirán las normas que se incorporan en este Estudio de Seguridad para cada una de las máquinas.

Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.

Toda la maquinaria deberá contar con su certificado de conformidad ó adecuación y todos los sistemas de seguridad preceptivos.

Antes de su uso debe realizarse una inspección visual de la estructura y comprobar si hay escapes, cables dañados, conexiones eléctricas, estado de los neumáticos, ruedas, niveles, baterías (cuidado con las chispas de soldadura), partes móviles, controles y mandos.

Hay que comprobar el correcto funcionamiento de los controles de operación, evaluar los defectos detectados y avisar al equipo de mantenimiento o poner la máquina fuera de servicio, en su caso.

No se debe permitir el acceso a la máquina a personas no autorizadas.

Antes de comenzar los trabajos se comprobará que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

El asiento deberá ser ergonómico y estar diseñado anatómicamente (podrá regularse en altura, respaldo...).

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada. Nunca regular el asiento del conductor durante la marcha.

Comprobar que todos los rótulos de información de riesgos están en buen estado y en lugares visibles.

Es importante que la maquinaria disponga de avisadores acústicos de marcha atrás y rotativos luminosos.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres. En vehículos con sistemas electrónicos sensibles, no está permitida su utilización.



Estará prohibido el uso de equipos de música con auriculares.

No se admitirán en la obra máquinas desprovistas de cabinas antivuelco (o pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos).

Las cabinas antivuelco montadas sobre la maquinaria a utilizar en esta obra, no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.

Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio, y un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Deberán llevar una carcasa de protección y resguardo que impidan los atrapamientos con órganos móviles.

Asegurar la máxima visibilidad de la máquina limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Verificar que la cabina está limpia, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.

Subir y bajar únicamente por la escalera prevista por el fabricante, hacerlo siempre apoyado con las dos manos y hacerlo siempre de cara.

Se prohíbe expresamente acceder a la cabina de mandos de las máquinas utilizando vestimentas sin ceñir y joyas (cadenas, relojes, anillos), que pueden engancharse en los salientes y los controles.

Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se prohíbe encaramarse sobre cualquier máquina durante la realización de cualquier movimiento. No subir ni bajar con la máquina en movimiento.

Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar).

Debe prohibirse expresamente dormir bajo la sombra proyectada por la pala cargadora en reposo.

7.1.2. Entorno de la obra.

Hay que verificar que las condiciones del suelo son las apropiadas para soportar la carga máxima indicada por el fabricante. Asimismo, hay que evitar zonas de surtidores, agujeros, manchas de grasa o cualquier riesgo potencial.

Verificar pendientes, obstáculos, socavones y otros impedimentos. Mantener limpia la zona de trabajo y planificar los movimientos necesarios para el desarrollo de su labor.

En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos se ha de verificar la tensión de los mismos para identificar la distancia mínima de trabajo.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Garantizar en cualquier momento la comunicación entre el conductor y el encargado.

Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, se procurará que sea con sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a desniveles.

Se prohíbe realizar trabajos en esta obra en proximidad de máquinas en funcionamiento.

Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

Dispondrá de cartel adhesivo indicativo de "Prohibido permanecer en el radio de acción de esta máquina".



Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es eficaz o que los gases se han extraído.

7.1.3. Desplazamientos.

Establecer una zona de entrada y salida de maquinaria, independiente de la entrada y salida de personas, debidamente señalizada con carteles /señales informativas, si fuera necesario contar con la presencia de señalistas, buena visibilidad y autorización para acceder o salir de la obra.

Establecer recorridos obligatorios de la maquinaria dentro de la obra debidamente señalado con carteles/señales informativos.

Las zonas de extracción y carga así como las de vaciado y extendido del material deberán estar igualmente señalizadas.

Se procurará que los accesos a los tajos sean firmes, para evitar aterramientos. Las pendientes de posibles rampas de acceso a los tajos no serán superiores al 20%. Se utilizarán tabloncillos o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso.

Realizar las entradas o salidas de las vías con precaución y, si fuese necesario, con el apoyo de un señalista.

Hay que respetar la señalización interna de la obra.

Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar baches y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los correctos. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso sean correctas.

Tener en cuenta la distancia de parada que requiere la máquina y elegir, de acuerdo con ello, la velocidad de circulación.

Mantener la distancia de seguridad a salientes, a otras máquinas y otros puntos de peligro. Al pasar por líneas aéreas, etc., mantenerse siempre alejado guardando las distancias mínimas de seguridad.

Circular siempre por subsuelos con la correcta resistencia. Circular por pendientes siempre con precaución y en sentido directo hacia arriba o hacia abajo. No circular por la pendiente en dirección transversal.

La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia delante y tres hacia atrás).

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto. En pendientes, utilizar la marcha más corta.

No utilizar el freno de estacionamiento como freno de servicio.

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados.

7.1.4. Ejecución de los trabajos.

Trabajar, siempre que sea posible, con viento posterior para que el polvo no impida la visibilidad del operario.

No utilizar cucharas ni accesorios más grandes de lo que indica el fabricante.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Así mismo hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes.

Prestar atención a los posibles desprendimientos, sobre todo en las operaciones de desbroce, y en los taludes.

Al remolcar o auxiliar a otras máquinas prestar atención al estado de sujeción de cables y eslingas, y vigilar que no haya personas alrededor, por la posible rotura de los mismos.



No derribar elementos que sean más altos que la máquina con la cuchara extendida.

Se prohíbe expresamente en esta obra el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Siempre se ha de extraer el material de cara a la pendiente.

Mirar continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos durante la marcha atrás.

En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.

Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche bastante su corte antes de comenzar otro más abajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.

Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.

Cuando se utilicen medios mecánicos de excavación, se mantendrán distancias mínimas de seguridad con el fin de que los trabajadores no entren en el radio de acción de las máquinas.

La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.

Durante la operación de carga no permitirá que haya personal en el radio de acción de la cargadora, ni que circule o permanezca personal al lado opuesto del camión para el que se realiza la carga.

Antes de salir un camión cargado, se revisará el estado de la carga y eliminadas las piedras que pudiesen caer del mismo durante el trayecto.

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por persona cualificada para ello.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita en forma legible.

7.1.5. Mantenimiento-revisiones.

Para el buen funcionamiento de la máquina, y en especial por razones de seguridad, deberá efectuar escrupulosamente las revisiones prescritas por el Servicio de Maquinaria.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección individual.

Hay que inspeccionar y reparar las cadenas en mal estado o excesivamente desgastadas. Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.

Hay que apretar los pernos flojos y sustituir los que estén defectuosos.

Se realizarán las siguientes comprobaciones periódicas:

- Estado de los faros.
- Luces de posición.
- Intermitentes.
- Luces de freno.
- Estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes.
- Todos los dispositivos de seguridad estarán en su sitio.
- Niveles de aceite y agua.
- Limpieza de los parabrisas y retrovisores.
- Limpieza de los accesos a la cabina y asideros.
- Comprobar los frenos de la máquina.

En cuanto a trabajos de mantenimiento utilizando herramientas manuales se deben seguir las siguientes normas: seleccionar las herramientas más adecuadas para el trabajo que ha de ser ejecutado y cerciorarse de que se encuentran en buen estado.

No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores.

Si en la obra existe una zona de repostaje y almacenamiento de combustible para la maquinaria deberá cumplir con la normativa correspondiente R.D. 379/2001 "Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias del Ministerio de Industria y Energía correspondientes al almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles".



Para evitar los riesgos de difícil definición, no trabajar con la máquina en situación de avería o de semiavería. Reparar e iniciar el trabajo. Cuando la máquina se encuentre averiada, señalizarla con un cartel de "Máquina averiada".

7.1.6. Estacionamiento.

Si por cualquier circunstancia se debe bajar del vehículo, hacerlo, siempre que sea posible, por el lado por el que no exista circulación.

Estacionar la máquina en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones. Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería y cerrar la cabina y el compartimento del motor. En caso necesario, bloquear las ruedas mediante calzos.

Se prohíbe estacionar la maquinaria, como norma general, a menos de tres metros del borde de barrancos, hoyos, zanjas o similares.

El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.

Fuera de servicio o durante los períodos de parada, la transmisión estará en punto muerto, el motor parado con la llave extraída, el freno de estacionamiento aplicado y la batería desconectada.

7.2. RETROEXCAVADORA.

Equipo de trabajo destinado a la excavación de terrenos y a la carga de material a través de cucharas y palas articuladas.

La Retroexcavadora con Martillo Neumático se utiliza en operaciones de movimiento de tierras por un lado, en operaciones de carga y, por el otro, para derribar determinados elementos.

7.2.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a distinto nivel al subir y bajar de la retroexcavadora.
- Caída de la retroexcavadora a distinto nivel.
- Golpes y cortes contra objetos.
- Caída de material en manipulación.
- Proyección de fragmentos y partículas.

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de la retroexcavadora.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Incendios.
- Atropellos y golpes por maquinaria.
- Ambiente pulverulento.
- Ruido.
- Vibraciones.

7.2.2. Normas de uso y mantenimiento.

Deberá poseer el marcado CE prioritariamente o adaptadas al R.D. 1215/1997.

Deberá poseer el avisador luminoso de tipo rotatorio o flash. Ha de estar dotada de señal acústica de marcha atrás, y de cabina antivuelco (pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos) que deberán ser exclusivamente las indicadas por el fabricante de la retroexcavadora.

Antes de iniciar los trabajos se verificará que todos los dispositivos de la retroexcavadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, estado de los faros.

Asegurar la máxima visibilidad de la retroexcavadora mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.

Se deberá subir y bajar de la retro únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

Deberá existir en la cabina de la retro un extintor timbrado y con las revisiones al día, y un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicados de forma resguardada.

Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Antes de comenzar los trabajos, se asegurará de la no presencia de personal en las proximidades del radio de acción de la retroexcavadora. Se deberá conocer las posibilidades y los límites de la máquina y particularmente el espacio necesario para maniobrar.

En caso de existir líneas eléctricas cercanas al tajo, se deberán tener en cuenta las sinuosidades del terreno, los baches y demás irregularidades al calcular las distancias.



Cuando no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del servicio, será necesaria la presencia de un señalista.

Para líneas de menos de 66.000 V, la distancia de la máquina será como mínimo de 3 metros, y de 5 metros para las de más de 66.000 V.

Está terminantemente prohibido el transporte de personas sobre la retro o en la cuchara.

Mirar continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos durante la marcha.

Se deberá balizar la zona de evolución de la retroexcavadora cuando el espacio es reducido.

Guardar distancias a las zanjas, taludes, pendientes del terreno, y toda alteración del mismo que puede posibilitar el vuelco de la máquina.

Es necesario hacer retroceder la retroexcavadora cuando la cuchara comienza a excavar por debajo de la superficie de apoyo, para evitar su cabeceo y vuelco.

Está prohibido hacer uso de la retroexcavadora como grúa para introducir piezas, tuberías,..., en el interior de las zanjas.

Circular con la cuchara a unos 40 cm. del suelo.

El cambio de posición de la retroexcavadora, se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas). El cambio de posición en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.

Si la máquina empieza a inclinarse hacia delante, bajar la cuchara rápidamente para volverla a equilibrar.

Está prohibido verter los productos de la excavación con la retroexcavadora a menos de 2 metros, (como norma general), del borde de corte superior de una zanja o trinchera, para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.

En operaciones de carga de camiones, verificar que el conductor se encuentra fuera de la zona de trabajo de la máquina. Durante esta operación, hay que asegurarse de que el material queda

uniformemente distribuido en el camión, que la carga no es excesiva y que se deja sobre el camión con precaución.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado, así mismo hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Está prohibido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Cuando se conduzca subiendo una pendiente, se deberá mantener abajo la cuchara.

Cuando los trabajos comporten tareas complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.

En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto muerto, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Estacionar la retroexcavadora en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 metros de los bordes de coronación). Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería, cerrar la cabina, el compartimento del motor y apoyar la cuchara o el martillo en el suelo.

7.2.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la retroexcavadora deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Guantes de seguridad
- Botas de seguridad
- Casco de seguridad, cuando se abandona la cabina.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Tapones antirruido.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Mascarilla de seguridad.
- Chaleco reflectante, cuando se abandone la cabina.

7.2.4 Identificación de Riesgos.

- Atropellos de personas.
- Vuelco de la máquina durante el vertido o en tránsito.



- Choque por falta de visibilidad.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Proyección de objetos.
- Desplome de tierras.
- Explosiones.
- Incendios.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar a la cabina.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas eléctricas).
- Contactos térmicos.
- Golpes por la manguera de suministro de aire, por movimientos bruscos.
- Sobreesfuerzos.

7.3. PALA CARGADORA SOBRE RUEDAS.

Equipo de trabajo que se desplaza por cadenas destinado a la carga de material a través de una cuchara articulada.

7.3.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

7.3.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar palas con marcado CE prioritariamente.

Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, verificar que la persona que la conduce está autorizada, tiene la formación e información específica de PRL que fija el RD 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5, (modificada por el R.D. 2177/2004) y se ha leído su manual de instrucciones. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet B de conducir.

Verificar que se mantiene al día la ITV (Inspección Técnica de Vehículos).

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la pala es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares.

Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

Prohibir el transporte de personas ajenas a la actividad.

Prohibir el transporte de personas en la cuchara.

No subir ni bajar con la cuchara en movimiento.

Evitar desplazamientos de la pala en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.

Si la máquina empieza a inclinarse hacia adelante, bajar la cuchara rápidamente para volverla a equilibrar.

En operaciones de carga de camiones, verificar que el conductor se encuentra fuera de la zona de trabajo de la máquina. Durante esta operación, hay que asegurarse de que el material queda uniformemente distribuido en el camión, que la carga no es excesiva y que se deja sobre el camión con precaución.

No utilizar cucharas y accesorios más grandes de lo que permite el fabricante.

Extraer siempre el material de cara a la pendiente.

Mover la máquina siempre con la cuchara recogida.



No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la pala.

Circular con la cuchara a unos 40 cm del suelo.

La tierra extraída de las excavaciones se ha de acopiar como mínimo a 2 m del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

No utilizar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo.

Trabajar, siempre que sea posible, con viento posterior para que el polvo no impida la visibilidad del operario. Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

Trabajar a una velocidad adecuada y sin realizar giros pronunciados cuando se trabaje en pendientes.

Hay que evitar que la cuchara de la pala se sitúe por encima de las personas.

Dejar la cuchara en el suelo una vez haya finalizado los trabajos, aplicando una ligera presión hacia abajo.

No superar las pendientes fijadas por el manual de instrucciones.

En operaciones de cambio de cuchara o brazo, no controlar la alineación de los cojinetes y juntas con la mano, sino que aseguraremos su posición con cinta adhesiva.

7.3.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la pala cargadora deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco (sólo fuera de la máquina).
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Calzado de seguridad.
- Ropa y accesorios de señalización (sólo fuera de la máquina).

7.4. COMPACTADORA.

Equipo de trabajo destinado a compactar determinados tipos de terrenos, capaz de simultanear el tendido de material mediante una pala.

7.4.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes o contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

7.4.2. Normas de uso y mantenimiento.

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán, adecuadamente desarrolladas, en su caso, las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el Plan de Seguridad y Salud que desarrolle el presente estudio.

Se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos o mixto, y un compactador de neumáticos.

Todos los tipos de compactadores son autopropulsados, tienen inversores de sentido de la marcha de acción suave, y están dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas y neumáticos durante la compactación.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño de acuerdo a las labores que se pretenda realizar.

Los rodillos llevan su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se hacen sobre la mezcla apisonada ya, y los cambios de sentido se efectúan con suavidad.

7.4.3. Equipos de protección individual.



Los operarios que intervengan en el manejo de la compactadora deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco (sólo fuera de la máquina).
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa y accesorios de señalización (sólo fuera de la máquina).

7.5. MOTONIVELADORA.

Equipo de trabajo utilizado para mover tierra u otros materiales sueltos. Su función principal es nivelar, moldear o dar pendiente a estos materiales.

7.5.1. Identificación de Riesgos.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos (por mala visibilidad, velocidad inadecuada etc.) y/o colisiones.
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados o poco cohesivos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la máquina, descuidos del operador, etc.).
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Caídas por pendientes (trabajo al borde de taludes, cortes y similares).
- Caídas de objetos y/o máquinas.
- Caídas de personas al distinto nivel y desde la máquina.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Vibraciones.
- Polvo ambiental.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.

7.5.2. Normas de uso y mantenimiento.

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán, adecuadamente desarrolladas, en su caso, las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el Plan de Seguridad y Salud que desarrolle el presente estudio.

Esta máquina, como en general todas las provistas de cuchilla, es muy difícil de manejar, por este motivo se debe disponer de personal especializado y habituado a su uso.

Antes de realizar una pasada de cuchilla sobre el terreno, se comprobarán las tablas de inclinaciones de la cabina. No se sobrepasarán los límites marcados en ellas, por riesgo de vuelco.

Se podrá volcar la caja de marchas o dirección cuanto esté parado.

Se circulará con precaución y a velocidad moderada, sobre todo en las proximidades de taludes o zanjas, con la cuchilla levantada a 10 cm del suelo.

En caso de trabajar de noche, se deberá tener el alumbrado en condiciones, y deberá colocar señales rojas que indiquen que la cuchilla sobresale de la máquina.

En caso de desplazamientos largos colocará el bulón de seguridad.

En los traslados, circular con la hoja elevada sin que sobrepase el ancho de la máquina.

Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

La máquina deberá estar alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estacionar la motoniveladora en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación).

Hay que poner los frenos, apoyar el escarificador y la hoja en el suelo, asegurándose de que ésta no sobrepase el ancho de la máquina, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería y cerrar la cabina y el compartimento del motor.

Para evitar el riesgo de vuelco con atrapamiento del conductor de la motoniveladora, está previsto que esté dotada de pórtico contra vuelcos y contra impactos. Además el encargado controlará:



Que el refino de taludes se realice cada 2+3 de altura. La máquina trabaja mejor, con mayor rapidez, evitando posibles desprendimientos origen de accidentes.

Que no sobrepasen en ningún caso pendientes laterales superiores al 40%.

No debe nunca utilizarse como bulldozer, ya que gran parte de los accidentes y del deterioro de la máquina se debe a esta causa. Debe recordarse que las motoniveladoras están diseñadas para mover materiales ligeros y efectuar refinados.

Se debe tener cuidado en los pozos de registro, tocones de árboles o rocas. Solicitar que éstos se encuentren marcados y señalizados.

En las labores de mantenimiento debe apoyarse la cuchilla, parar el motor y poner en servicio el freno de mano y bloqueo de la máquina.

7.5.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la motoniveladora deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (solo cuando exista riesgo de golpes en la cabeza).
- Ropa y accesorios de señalización (sólo fuera de la máquina).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables (terrenos embarrados).
- Protectores auditivos.

7.6. MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DEL SUELO.

Máquina portátil para la realización del control de calidad, in situ, de los trabajos de compactación de tierras y control de su grado de humedad. Equipo que tiene encapsulado un isótopo radiactivo.

7.6.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de objetos por manipulación.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Exposición a radiaciones ionizantes tipo gamma.

7.6.2. Medidas preventivas.

Utilizar máquinas de control de calidad de compactaciones y humedad de suelo con el marcado CE prioritariamente o adaptadas al Real Decreto 1215/1997.

Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.

Seguir las instrucciones del fabricante.

Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Velar para que los equipos de trabajo lleven las advertencias y señalizaciones indispensables que pongan en conocimiento de las personas que los utilizan el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes.

Utilizar correctamente los equipos según los procedimientos de trabajo establecidos.

Comprobar la existencia de placas informativas instaladas en un lugar visible.

Asegurarse de que el plan de seguridad contenga un plan de emergencia y evacuación en caso de posibles incidentes causados por el uso del equipo, debidos a golpes, choques, caídas, etc. que pudieran dañar la cápsula de protección de la fuente generadora de las radiaciones.

Comprobar periódicamente la eficacia de los dispositivos de protección radiológica que lleva el equipo de trabajo.

7.6.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la máquina para el control de calidad de compactación y humedad del suelo deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo (específica frente a las radiaciones ionizantes).
- Calzado de seguridad.

7.7. GRÚA AUTOPROPULSADA.

Equipo de trabajo instalado en una plataforma sobre ruedas o cadenas, con un sistema motor que le permite desplazarse de manera autónoma, dotado de un aparato de elevación.



7.7.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.
- Otros: caída de rayos sobre la grúa.

7.7.2. Normas de uso y mantenimiento.

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán, adecuadamente desarrolladas, en su caso, las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el Plan de Seguridad y Salud que desarrolle el presente estudio.

Es necesario el carnet de operador de grúa móvil autopropulsada para la utilización de este equipo.

Verificar que se mantiene al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.

Una vez haya llegado la grúa al lugar de trabajo se procederá al montaje de la máquina, para lo cual se seguirán las instrucciones del fabricante y se balizará la zona de trabajo para impedir el acceso de personas ajenas a la dirección de la obra.

A la hora de elegir un emplazamiento deben tenerse en cuenta dos factores: condiciones del terreno y la no existencia de obstáculos en el radio y altura de trabajo.

Con respecto al primero, antes de proceder al montaje de la grúa móvil se inspeccionará con detalle el terreno de manera que la resistencia del suelo sea la apropiada para aguantar la presión. En este sentido es conveniente comprobar que el lugar elegido para situar la grúa no contenga conducciones subterráneas (tuberías, conducciones de gas...) y que se encuentra alejado de

excavaciones, fosos o taludes, así como de aquellos en los que se han realizado movimientos de tierra. La distancia de seguridad a taludes y fosos se mide a partir de la profundidad de los mismos:

- Terreno blando o terraplenado: dos veces la profundidad del foso o talud ($B2=2 \cdot h$).
- Terreno duro o natural: la distancia debe ser como mínimo igual a la altura del foso o talud ($B1=1 \cdot h$).

En cuanto al segundo, se deben tomar los radios y alturas de trabajo menores posibles, siguiendo las tablas de carga aportadas por el fabricante, evitando desobedecer las estadísticas. Uno de los mayores riesgos que afecta a esta parcela lo aportan las líneas eléctricas. Para una mayor seguridad, la empresa usuaria de la grúa solicitará de la compañía eléctrica el corte del servicio. De no ser esto factible, se informará a los trabajadores de los riesgos y medidas de prevención, se protegerá la línea mediante una pantalla de protección y se señalizará la zona. Si esto no fuese posible, se deberá guardar, como mínimo, una distancia de entre 3 y 7 metros (dependiendo de la tensión de la línea) desde el extremo de la pluma a la línea eléctrica (teniendo en cuenta el efecto de balanceo producido por el viento), evitando así el contacto accidental o que se produzca un salto del arco eléctrico.

La estabilización de la grúa se realiza mediante los estabilizadores, cuya finalidad es aumentar el polígono de sustentación de la grúa y, por tanto, su estabilidad y su momento resistente al vuelco.

Deberemos cerciorarnos de que no existe ninguna persona u objeto que pueda correr un riesgo o interrumpir el proceso de estabilización. Una vez comprobado se procederá a:

Extender totalmente los largueros corredizos y, en caso de no ser posible, se extenderán teniendo en cuenta las indicaciones del fabricante respecto a la pérdida de capacidad de carga.

No olvidar embulonarlos, ya que, en caso contrario, se produciría un desajuste de la superficie de apoyo.

Extender los cilindros de apoyo (gatos) hasta que las ruedas ya no tengan contacto con el suelo.

No olvidar fijar las placas de apoyo con sus correspondientes horquillas, ya que si no podrían salirse y no volver a realojarse en su posición original.



Si el terreno es blando o inestable se usarán placas de reparto (calzos) para ampliar la superficie de apoyo y disminuir así la presión transmitida al suelo. Éste ha de ser rígido, firme y de una superficie de al menos tres veces la del plato (traviesas de ferrocarril, placas de telón o acero...).

El plato debe apoyar toda su superficie dentro del calzo. Éste debe estar bien nivelado, garantizando un ángulo de 90° entre la pata del cilindro de apoyo y su plato.

Nunca calzar bajo los largueros corredizos, ya que esto acercaría el eje de vuelco al centro de gravedad de la grúa, con el consiguiente peligro de vuelco de la grúa.

Cuando sea necesario un calzo alto, se cruzarán ordenadamente los tablones de cada capa sobre la anterior.

Por último, nos cercioraremos de la correcta nivelación de la grúa.

El primer paso a realizar tras estabilizar y nivelar correctamente la grúa móvil autopropulsada será el de designar, si es necesario y las condiciones de visibilidad lo requieren, a un encargado de señales, la única persona a la que el gruista deberá obedecer. Dicha persona estará perfectamente identificada mediante brazaletes o peto reflectante y deberá poseer la formación adecuada. Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra como el gruista.

Las normas a seguir para el izado son:

Es esencial evitar el paso de cargas sobre personas o vehículos, acotando la zona de radio de acción de la grúa o, en caso de ser esto inevitable, emitiendo señales de aviso previamente establecidas y conocidas por el personal.

Se prohibirá el transporte de personas colgadas del gancho o encaramadas sobre la carga.

No dejar que nadie se suba a la carga.

No operar con la grúa cuando la escasa visibilidad haga que la operación resulte peligrosa y extremar la precaución ante condiciones climáticas adversas.

Seguir las indicaciones del fabricante en cuanto a la velocidad del viento permitida para operar con la grúa.

Verificar que la carga está amarrada y sujeta al gancho.

Nunca abandonar la grúa con una carga suspendida. Si fuese necesario salir de la grúa, se bajará la carga al suelo y se detendrá el motor antes de salir de la cabina.

Nunca manejar la grúa desde otra posición que no sea el asiento del conductor (por ejemplo, asomándose por la ventanilla).

A ser posible, siempre se ha de mover la carga muy cerca del suelo.

Evitar oscilaciones pendulares, ya que cuando la masa de la carga es grande pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina.

Nunca tirar de lado con la pluma (tiro oblicuo). Esto produciría un esfuerzo lateral, reduciéndose la capacidad de la pluma. Los esfuerzos laterales son unas de las principales causas de quiebro de la pluma por fallo estructural.

No intentar izar cargas ancladas al terreno, ya que podría provocar el vuelco de la grúa.

Si la carga a elevar comprende piezas sueltas, hay que fijarlas de manera que no puedan caer al suelo. No izar materiales de distinta naturaleza ni izar varias cargas al mismo tiempo.

Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible por el fin de carrera con objeto de no originar un desgaste prematuro de los contactos.

Las maniobras deberán comenzar muy lentamente, tensando los cables antes de comenzar la elevación.

No se deberá, en ningún caso, superar la carga máxima de la pluma en función de dicha carga.

Se aconseja el uso del cable guiador para la carga, lo que evitará movimientos involuntarios de la carga y, por consiguiente, posibles daños.

La maniobra de descarga requiere, por su parte, las siguientes normas de seguridad:

Al depositar la pieza no se dejarán los útiles de izado sin tensión hasta asegurarnos de la total estabilidad de la pieza.



Nunca se descenderá la carga a velocidad excesiva ni se realizarán paradas bruscas durante el descenso. Esto podría provocar el vuelco de la grúa.

Al terminar la maniobra se reunirán todos los útiles de izado, se limpiarán y se depositarán en su lugar correspondiente.

Una vez concluidos los trabajos a realizar es muy importante el desmontaje de la grúa móvil. Se deben seguir todas las indicaciones y medidas de seguridad previstas por el fabricante. En especial:

Retraer la pluma y colocarla en posición cero grados.

En caso de desmontaje del plumín, se usará arnés de seguridad, cables y cuerdas guías de seguridad para evitar los giros involuntarios del plumín; se evitará la presencia de personas u obstáculos en el radio de giro del mismo y se seguirán todos los pasos recogidos en el manual del fabricante.

Se recogerán los estabilizadores individualmente y se embulonarán y asegurarán correctamente.

Controles a efectuar antes de abandonar el lugar de trabajo (despiece o cuadro informativo):
En la cabina del gruista:

- El conjunto giratorio con el chasis está bloqueado.
- El indicador de dirección de marcha se encuentra en posición neutra.
- El freno de estacionamiento está bloqueado.
- Las puertas y ventanas están cerradas.
- En la cabina del conductor:
- El bloqueo de la suspensión de ejes está desconectado.

En la grúa:

- Los cilindros de apoyo están retraídos completamente.
- Las placas de apoyo están en posición de transporte y aseguradas.
- Los largueros corredizos están retraídos completamente y asegurados.
- Los bulones están asegurados (estén o no en uso).
- Las escaleras (si las tuviera) para el montaje se han asegurado.
- Los calzos, placas de reparto...están asegurados en sus soportes.
- La pluma telescópica se encuentra completamente retraída y depositada.
- Las cajas de mando de ambos lados de la grúa están aseguradas.

- El cable de elevación se encuentra recogido y el gancho anclado de forma segura al perno de acoplamiento de maniobra.

Controles a efectuar después de la jornada de trabajo (despiece o cuadro informativo):

- Al abandonar la grúa móvil, el conductor debe inmovilizar el vehículo, de tal manera que le sea imposible ponerla en funcionamiento a una persona no autorizada.
- Las puertas y ventanas quedarán bien cerradas.
- Se limpiarán y secarán todas las manchas o restos de aceite o carburante sobre la grúa móvil, evitando que el material usado para tal fin se conserve sobre la grúa (peligro de incendio, caídas...).
- Impedir que la grúa quede colocada ante pasos o escaleras de muelles, bocas de incendio..., ya que impediría la utilización de los mismos.
- Si se para en pendiente con rampa, después de bloquear el freno de mano, las ruedas o cadenas quedarán fijadas por medio de calzos.
- Nunca olvidar quitar el desconector de batería.
- Y, por supuesto, guardar y mantener correctamente los EPI's.

Sólo podrán desplazarse con carga, las grúas que posean tabla de carga específica para ello, siguiendo en todo momento las indicaciones del fabricante. De forma general, se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

La pluma, que deberá ser lo más corta posible, tendrá la misma dirección que la del movimiento de traslación de la grúa y, además, estar alineada con el eje de la grúa.

La pluma deberá tener la mayor inclinación posible hacia el suelo, sin perjuicio de aumentar el radio. La carga debe estar lo más cercana posible a la grúa para evitar oscilaciones.

Se debe mantener siempre la carga lo más cercana posible al suelo, evitando obstáculos que nos obliguen a subir cable durante el trayecto.

Se deben evitar paradas y arranques bruscos durante el desplazamiento.

El terreno debe ser resistente y estar totalmente nivelado y liso.

En el caso de grúas sobre neumáticos es muy importante mantener su presión, dimensiones y su estado en óptimas condiciones.



El giro de la estructura giratoria debe estar bloqueado mientras se realiza la traslación.

Se recomienda que los estabilizadores estén extendidos y embulonados, y los apoyos bajados hasta el nivel del suelo, sin llegar a tocarlo.

No realizar la maniobra de desplazamiento con carga llevando ésta en los plumines.

7.7.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la grúa autopropulsada deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco (sólo fuera de la máquina).
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Calzado de seguridad.
- Ropa y accesorios de señalización (sólo fuera de la máquina).

7.8. CAMIÓN GRÚA.

Equipo de trabajo formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios, en cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma.

7.8.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas al subir o bajar a la zona de mando.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos desprendidos.
- Vuelco del camión.
- Colisión con otras máquinas (movimiento de tierras, camiones, etc.).
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Golpes por la carga o paramentos.
- Atropello de personas.
- Contacto eléctrico.
- Contactos térmicos.

7.8.2. Normas de uso y mantenimiento.

Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.

Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, verificar que la persona que la conduce está autorizada, tiene la formación e información específica de PRL que fija el RD 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5, y se ha leído su manual de instrucciones. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet C de conducir.

Garantizar en cualquier momento la comunicación entre el conductor y el encargado.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del camión responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, faros, intermitentes, neumáticos, etc.

Subir y bajar del camión únicamente por la escalera prevista por el fabricante. Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al camión grúa.

Verificar la existencia de un extintor en el camión.

Siempre se colocarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores, antes de iniciar las maniobras de carga que, como las de descarga, serán siempre dirigidas por un especialista.

El gruísta tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si no fuera posible, las maniobras serán dirigidas por un señalista.

Se prohíbe realizar suspensiones de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga.

Se prohíbe estacionar o circular con el camión grúa a distancias inferiores a 2 metros del corte del terreno, en prevención de los accidentes por vuelco.

Se prohibirá la permanencia de personas alrededor del camión grúa a distancias inferiores a 5 metros del mismo, así como la permanencia bajo cargas en suspensión.

El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.

Se prohíbe hacer tirones sesgados de la carga.

Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.



Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

Tanto durante los desplazamientos como durante el trabajo propiamente dicho, el operador vigilará atentamente la posible existencia de líneas eléctricas aéreas próximas.

Se procurará que los accesos a los tajos sean firmes, para evitar aterramientos. Las pendientes de posibles rampas de acceso a los tajos no serán superiores al 20%. Se utilizarán tablonos o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso.

Situar el camión grúa en una zona de seguridad respecto al viento y suspender la actividad cuando éste supera los valores recomendados por el fabricante.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

7.8.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del camión grúa deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado antideslizante.
- Chaleco de alta visibilidad.

7.9. CAMIÓN BASCULANTE.

Equipo de trabajo que se utiliza para el transporte de material.

7.9.1. Identificación de Riesgos.

- Atropellos de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Golpes por objetos inmóviles.
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes, taludes, zanjas, etc.)
- Choque contra otros vehículos.
- Atrapamiento por partes móviles.

- Proyección de objetos.
- Desplome de tierras.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar a la cabina.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas eléctricas).
- Contactos térmicos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Golpes por la manguera de suministro de aire.
- Sobreesfuerzos.

7.9.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar camiones de obra con marcado CE prioritariamente o adaptados al RD 1215/1997.

Se recomienda que el camión de obra esté dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.

Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.

Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, verificar que la persona que la conduce está autorizada, tiene la formación e información específica de PRL que fija el RD 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5, y se ha leído su manual de instrucciones. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet C de conducir

Todos los vehículos dedicados al transporte de materiales deberán estar en perfectas condiciones de uso. La empresa se reserva el derecho de admisión en función de la puesta al día de la documentación oficial del vehículo, en especial en referencia a las revisiones obligatorias de la ITV.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del camión de obra responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.



Asegurar la máxima visibilidad del camión de obra mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.

Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.

El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.

Subir y bajar del camión de obra únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al camión de obra.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar la existencia de un extintor en el camión.

Verificar que la altura máxima del camión es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares.

Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.

Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

Prohibir el transporte de personas ajenas a la actividad.

No subir ni bajar con el camión de obra en movimiento.

Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar). Fuera de la obra, hay que utilizar el cinturón de seguridad obligatoriamente.

En trabajos en zonas de servicios afectados, en las que no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, será necesaria la colaboración de un señalista.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos se ha de verificar la tensión de los mismos para identificar la distancia mínima de trabajo.

Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.

Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Evitar desplazamientos del camión de obra en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.

Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que se han extraído los gases.

Durante la carga y descarga, el conductor ha de estar dentro de la cabina; si el camión no dispone de visera, el conductor abandonará la cabina antes de que comience la carga.

Realizar la carga y descarga del camión en lugares habilitados.

Situar la carga uniformemente repartida por toda la caja del camión.

Cubrir las cargas con un toldo, sujetado de forma sólida y segura.

Antes de levantar la caja basculadora, hay que asegurarse de la ausencia de obstáculos aéreos y de que la plataforma esté plana y sensiblemente horizontal.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.



En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Efectuar las tareas de reparación del camión con el motor parado y la máquina estacionada.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores.

Estacionar el camión de obra en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación).

Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería y cerrar la cabina y el compartimento del motor.

Los accesos a los tajos serán firmes, para evitar aterramientos. Las pendientes de posibles rampas de acceso a los tajos no serán superiores al 20%.

Las vías de circulación deberán estar libres de obstáculos señalizando las zonas con riesgo.

La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

Al realizar las entradas y salidas de los tajos, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

El conductor deberá respetar todas las normas del código de circulación y señalización de la obra.

Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en una rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.

Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose con personal de obra.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Siempre tendrán preferencia de paso en la obra los vehículos cargados.

Estará prohibida la permanencia de personas en la caja o tolva. La pista de circulación en obra no es zona de aparcamiento, salvo emergencias. Antes de dar marcha atrás, se comprobará que la zona está despejada.

7.9.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del camión basculante deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (sólo fuera de la máquina).
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Mascarilla (cuando sea necesaria).
- Ropa de trabajo.
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Calzado para la conducción de camiones (calzado de calle).
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Chaleco reflectante.

7.10. CAMIÓN HORMIGONERA.

Equipo de trabajo que tiene montada sobre el bastidor una cisterna rotativa, apta para transportar el hormigón pastoso.

7.10.1. Identificación de Riesgos.

- Atropello de personas.
- Colisión con otras máquinas (movimiento de tierras, camiones, etc.).
- Vuelco del camión (terrenos irregulares, embarrados, etc.).
- Caída de personas desde el camión.
- Golpes por el manejo de las canaletas.
- Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o de limpieza.
- Golpes por el cubilote del hormigón.
- Atrapamiento durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Las derivadas del contacto con hormigón.
- Polvo.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.



7.10.2. Normas de uso y mantenimiento.

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán, adecuadamente desarrolladas, en su caso, las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el Plan de Seguridad y Salud que desarrolle el presente estudio.

La escalera de la cuba tiene que ser antideslizante y ha de disponer de plataforma en su parte superior.

La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios.

Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberán pintarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.

Verificar que la altura máxima del camión es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios o similares.

No cargar la cuba por encima de la carga máxima permitida.

Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hasta la posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue. Después de cada paso de hormigón se deben limpiar con una descarga de agua.

Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.

Las canaletas auxiliares deben ir situadas al bastidor del camión mediante cadenas con cierre y seguro de cierre. No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

La velocidad de descarga del hormigón se ajustará adecuadamente a las condiciones de trabajo.

Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5% y el 16%, si el camión hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha atrás aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que

calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha de forma continua. En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.

Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa, el camionero y operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendientes de las evaluaciones del mismo. Si por la situación del gruista se debe acompañar en su bajada al cubilote esto se hará procurando no colocarse entre el cubilote y la parte trasera de la hormigonera para evitar atrapamientos entre ambos elementos. Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo. Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar un balanceo imprevisto de la carga.

La limpieza de las cisternas y las canaleras hay que realizarla en las zonas habilitadas para esta finalidad.

Para el acceso a la cisterna hay que utilizar la escalera definida para esta utilidad

El camión hormigonera tiene que circular en el interior de la obra por circuitos definidos y a una velocidad adecuada al entorno.

El llenado de la cuba deberá ser aquél que, respetando la capacidad de servicio, no derrame material en operaciones simples, como son el traslado en superficies de medias irregularidades y el frenado normal del vehículo.

Los operarios que manejen la canaleta en la operación de vertido desde el exterior de una excavación evitarán, en lo posible, estar situados a una distancia de su borde inferior a 60 cm.

La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en lugares definidos para tal labor, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas.

La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidos por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.

7.10.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del camión hormigonera deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:



- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Chaleco reflectante.

7.11. VIBRADOR.

Equipo de trabajo que, mediante vibración, se utiliza para homogeneizar el hormigón vertido para realizar estructuras de hormigón.

7.11.1. Identificación de Riesgos.

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos. Posturas inadecuadas.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Riesgo de daños a la salud de la exposición a agentes físicos: vibraciones.
- Caídas en altura durante su manejo (lugares elevados, bordes de excavaciones o zanjas, etc.).
- Caídas a distinto nivel del vibrador (sobre operarios de niveles inferiores).
- Golpes.
- Ruidos.
- Pisada sobre objetos.
- Caídas al mismo nivel (tropiezos, resbalones, etc.).

7.11.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar vibradores de hormigón con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.

Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.

Seguir las instrucciones del fabricante.

Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.

Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.

Comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma a tierra.

Comprobar que la aguja no se enganche a las armaduras.

El vibrado se tendrá que realizar desde una posición estable, desde plataformas de trabajo.

Se prohíbe trabajar en condiciones climatológicas adversas: viento fuerte y lluvia.

Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.

Tienen que ser reparados por personal autorizado.

La conexión o suministro eléctrico se tiene que realizar con manguera antihumedad.

Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica.

No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.

No permitir que el vibrador trabaje en el vacío.

Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.

Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.

7.11.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del vibrador deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.



- Calzado de seguridad impermeable.
- Ropa de trabajo apropiada.
- Botas de goma.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad contra salpicaduras.
- Guantes contra agresiones mecánicas y vibraciones.
- Muñequeras contra las vibraciones.

7.12. BOMBA DE ACHIQUE.

Este tipo de maquinaria es de uso común en toda tipología de trabajos de construcción en los que sea necesario achicar agua en alguna zona de la obra. Dependiendo de la potencia de la bomba serán de menor o mayor tamaño y peso.

7.12.1. Identificación de Riesgos.

- Contactos eléctricos.
- Caídas al mismo nivel durante su transporte, manipulación y recogida.
- Caídas a distinto nivel durante su transporte, manipulación y recogida.
- Golpes.
- Atrapamiento de pies o dedos durante su manipulación.
- Sobreesfuerzos.
- Los derivados de los medios auxiliares utilizados durante su manipulación.
- Otros.

7.12.2. Normas de uso y mantenimiento.

Se comprobará el buen estado de las mangueras y las petacas antes de conectar la bomba al grupo electrógeno ó cuadro eléctrico.

Utilizar siempre petacas macho-hembra.

Comprobar que el grupo electrógeno esté conectado a tierra.

Durante la manipulación de las bombas utilizar guantes de protección para evitar atrapamientos en dedos o pies.

Nunca manipular las bombas una sola persona, tanto para su colocación, recogida o puesta en marcha.

7.12.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la bomba de achique deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (si existe el riesgo de caída de objetos o de golpes en la cabeza).
- Guantes de protección.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Fajas de protección lumbar

7.13. DOBLADORA DE FERRALLA.

Equipo de trabajo que sirve para doblar chatarra mediante un plato accionado eléctricamente.

7.13.1. Identificación de Riesgos.

- Atrapamiento por los órganos de enderezado, corte o doblado.
- Proyección de partículas en el corte.
- Sobreesfuerzos.
- Roces y abrasiones.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Cortes por el manejo y sustentación de redondos.
- Golpes por los redondos (rotura incontrolada).
- Contactos con la energía eléctrica.
- Contacto con líquido hidráulico.

7.13.2. Normas de uso y mantenimiento.

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán, adecuadamente desarrolladas, en su caso, las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el Plan de Seguridad y Salud que desarrolle el presente estudio.

Se ubicarán dentro de los espacios de la obra, procurando que queden fuera de la influencia de cargas suspendidas. Deberá prepararse el suelo de la zona prevista para el taller de ferralla



alisando, compactando y drenando, en su caso, si se prevé el riesgo de encharcamiento. Habrán de tenerse en cuenta los radios de barrido de las barras de acero en las distintas operaciones de este proceso.

Una vez labrada la ferralla, existirá el espacio para depositarla y disponerla para operaciones posteriores de transporte a su punto de utilización.

La manguera de alimentación eléctrica deberá estar empotrada y aislada bajo tubo de protección.

Dispondrán de sistema de guiado de barras hacia los mecanismos de enderezado, corte y labrado.

No se utilizarán guantes de protección en las zonas próximas a elementos móviles de estas máquinas, tales como platos, tetones, prensos, cortadores, etc.

Las dobladoras mecánicas de ferralla a instalar en esta obra serán revisadas semanalmente observándose especialmente la buena respuesta de los mandos.

Las máquinas para elaboración de ferralla deben disponer de señalización de seguridad: "uso obligatorio de gafas" y "uso obligatorio de protectores auditivos", así como otros carteles indicativos de riesgo de atrapamiento en los rodillos y otras partes móviles.

Las máquinas para elaboración de ferralla, y los acopios de armaduras, estarán convenientemente situadas en el taller o parque de ferralla, separado éste de las zonas de trabajo de la obra.

Cada máquina tendrá en su entorno un entablado, sobre el terreno nivelado, de una anchura de 3 m.

Se acotará mediante señales de peligro sobre pies derechos la superficie de barrido de redondos durante las maniobras de doblado para evitar que se realicen tareas y acopios en el área sujeta al riesgo de golpes por las varas.

La descarga de la dobladora y su ubicación "in situ", se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.

Se mantendrá el orden y limpieza alrededor de las máquinas para elaboración de ferralla, efectuando un barrido periódico en sus proximidades, garantizando la retirada de elementos cortantes o punzantes, en prevención de daños por pisadas sobre estos.

Los trabajadores no llevarán ropa holgada. Los guantes serán ajustados y se prestará atención a las maniobras de aproximación de las barras o mallazos a los rodillos y a la cizalla, pues si los guantes están holgados se pueden producir atrapamientos.

En cuanto se detecte un fallo, deberá interrumpirse el uso de las mismas hasta que se hagan las reparaciones necesarias.

7.13.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la dobladora de ferralla deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de polietileno.
- Gafas antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección antiabrasiones.
- Manoplas de lona y serraje.
- Protectores auditivos.
- Mandil de cuero.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Almohadillas para carga de objetos a hombro.

7.14. COMPRESOR.

Maquinaria formada por un mecanismo que absorbe el aire a presión atmosférica, la somete a una presión superior y la transforma para que sea apta para instrumentos o equipos neumáticos.

7.14.1. Identificación de Riesgos.

- Golpes y atrapamientos por caída del compresor.
- Caída por pendientes durante su transporte.
- Caída del compresor durante el transporte en suspensión.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Golpes por rotura de la manguera de presión.



- Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor.
- Caída del compresor por trabajos en zonas próximas a bordes.
- Sobreesfuerzos
- Proyecciones de material.
- Explosión e incendio.
- Contactos térmicos.
- Exposición a contactos eléctricos.

7.14.2. Normas de uso y mantenimiento.

Los emplazamientos de compresores en zonas próximas a excavaciones se fijarán a una distancia mínima de 3 metros en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.

El compresor (o compresores), se ubicará en los lugares señalados para ello en prevención de los riesgos por imprevisión o creación de atmósferas ruidosas.

La zona dedicada en esta obra para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 metros (como norma general), en su entorno, instalándose señales de "obligatorio el uso de protectores auditivos" para sobrepasar la línea de limitación.

El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.

El compresor a utilizar en esta obra, quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad esta nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.

El compresor se debe situar en terreno horizontal, calzando las ruedas; caso de que sea imprescindible colocarlo en inclinación deberán calzar las ruedas y amarrar el compresor con cable o cadena a un elemento fijo resistente.

Los compresores a utilizar en esta obra, serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir la contaminación acústica. Caso de uso de compresores no silenciosos, estos se ubicarán a una distancia mínima del tajo de martillos (o de vibradores), no inferior a 15 metros, (como norma general).

Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar en esta obra, estarán siempre instaladas en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.

Se debe cuidar que la toma de aire del compresor no se halle cerca de depósitos de combustible, tuberías de gas o lugares de donde puedan emanar gases o vapores combustibles, ya que pueden producirse explosiones.

Se deben proteger las mangueras contra daños por vehículos, materiales, etc. y se deberán tender en canales protegidos al atravesar calles y caminos. Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso. suspensión, puente o similar. No es recomendable esperar que la manguera se sostenga por sí misma en un trecho largo.

Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón, en caso que aparezcan desgastadas o agrietadas, se desecharán. Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.

El Encargado o Capataz, controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.

Evitar inhalar vapores de combustible. No realizar trabajos cerca de su tubo de escape.

Revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor.

7.14.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del compresor deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Tapones antiruido
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de agua.
- Gafas antiproyecciones.



7.15. GRUPO ELECTRÓGENO.

Equipo de trabajo accionado por un motor diesel o de gasolina, destinado a abastecer a consumidores fuera del alcance de una red eléctrica pública.

7.15.1. Identificación de Riesgos.

- Golpes por objetos inmóviles.
- Atrapamientos con partes móviles.
- Incendios o explosiones.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Caída del grupo o elementos de éste.
- Ruido ambiental.
- Vibraciones.
- Inhalación de gases tóxicos.
- Exposición a contaminantes químicos.

7.15.2. Normas de uso y mantenimiento.

Asegurar la conexión y comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma a tierra y asegurar el correcto hundimiento de la piqueta.

Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.

En grupo electrógeno obligatoriamente estará conectado a tierra, dependiendo del sistema de conexión del grupo a la red eléctrica (Sistema TT, Sistema TNS, Sistema IT, Sistema II).

Se comprobará que el grupo electrógeno cuente con las protecciones eléctricas (magnetotérmicos y diferenciales).

Se revisará la colocación a tierra del equipo, mediante pica y cable amarillo-verde unido a la carcasa del equipo.

Está totalmente prohibido "puentear" los interruptores.

Se señalizarán los riesgos eléctricos de los equipos y la necesidad (si procede) de efectuar la conexión a tierra.

No colocar el grupo ni el combustible en la cercanía de fuentes de ignición o llamas abiertas.

En el caso de derrames se deberán de secar inmediatamente y esperar un tiempo prudencial para que se evapore el combustible que no se haya podido secar.

Situar el grupo electrógeno lo más alejado posible de la zona de trabajo. circuitos de enfriamiento están en presión y el líquido caliente puede provocar quemaduras.

Las mangueras a utilizar, estarán siempre en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgaste.

Será obligatorio el uso de protección auditiva en las proximidades del grupo.

Diariamente, antes de poner en marcha el motor, se comprobarán los niveles de combustible, lubricantes, circuitos de refrigeración y filtro de admisión del motor.

Verificar las fugas de combustibles, aceite o refrigerante que puedan producirse por juntas, acoplamientos defectuosos, roturas de mangueras o tubos del grupo.

Vigilar que no se produzca ninguna pérdida de combustibles debido a que existe el riesgo de incendio al ponerse en contacto con partes de la máquina a elevada temperatura.

La ubicación estará fuera de la zona de batido de cargas suspendidas y lugares de paso y a una distancia de seguridad del borde del forjado o excavación (mínimo 2 m.).

El grupo se encontrará correctamente calzado y nivelado, con las ruedas en buen estado y la lanza de arrastre en posición horizontal.

Durante la manipulación del grupo, se asegurarán todas las piezas sueltas y para elevarlo se utilizarán solamente cables, ganchos y argollas adecuadas al peso de la máquina.

No acercarse a la máquina llevando ropas muy holgadas o sueltas que puedan ser atrapadas por los órganos móviles.

Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal 1000 voltios como mínimo y sin tramos defectuosos.

Los cuadros eléctricos serán, de tipo intemperie, con puerta y cierre de seguridad. A pesar de ser tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras como protección adicional.

Los cuadros se colgarán de tableros de madera recibidos a paramentos verticales o a pies derechos.



No abrir los armarios eléctricos, alojamientos, ni cualquier otro componente mientras está bajo tensión. Si es inevitable, esta operación la realizará un electricista cualificado con herramientas apropiadas.

Los generadores estarán dotados de interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad completado con la puesta a tierra de la instalación y parada de emergencia del grupo.

Los generadores no trabajarán con las tapas de los bornes descubiertas.

Evitar el contacto con las partes calientes de la máquina.

No comprobar nunca el nivel de la batería fumando ni alumbrándose con mechero o cerillas; los gases desprendidos por la misma son explosivos.

7.15.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del grupo electrógeno deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protectores auditivos.

7.16. MARTILLO NEUMÁTICO.

El martillo neumático es un taladro percutor portátil que basa su funcionamiento en mecanismos de aire comprimido. Realmente, funciona como martillo, pues no agujerea sino que percute la superficie con objeto de romperla en trozos.

Funciona asociado a un equipo compresor, independientemente, capaz de suministrar un volumen de aire comprimido adecuado al equipo.

7.16.1. Identificación de Riesgos.

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Vibraciones en extremidades y en órganos internos del cuerpo.
- Ruido puntual.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.

- Sobreesfuerzos.
- Rotura de manguera bajo presión
- Contactos con la energía eléctrica (líneas enterradas).
- Proyección de fragmentos y/o partículas.
- Caídas de objetos sobre otros lugares.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Derrumbamientos del objeto (o terreno) que se trata con el martillo.

7.16.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar martillos con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.

Deberá tener instrucciones de uso y mantenimiento del fabricante o suministrador. Se ha de utilizar de acuerdo a las instrucciones y especificaciones del fabricante.

Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo. Los operarios encargados de su manejo deben ser conocedores de los riesgos que de ello se derivan.

Dispondrán de acreditación de uso por parte del empresario.

Se realizarán las comprobaciones necesarias antes de utilizar el martillo neumático: manguera en perfecto estado, las conexiones debe realizarse sin que existan fugas, el puntero estará afilado y perfectamente instalado, la carcasa se mantendrá en perfectas condiciones, etc.

Existirá una buena visibilidad y el área de trabajo se mantendrá despejada.

El equipo debe ser engrasado antes de su funcionamiento cuando sea necesario.

Nunca se puede depositar el martillo neumático en el suelo para que no entre polvo por la entrada de aire.

Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.

Con carácter previo a los trabajos se inspeccionará la zona para detectar riesgos ocultos, mediante información, o posibles derrumbes por las vibraciones que se han de producir.

Debe realizarse periódicamente, durante la jornada, el relevo de operarios que realicen trabajos con martillos neumáticos. Los trabajadores que de forma continuada realicen los trabajos con el martillo neumático, serán sometidos a un examen médico mensual para detectar posibles alteraciones (oídos, órganos internos, huesos-articulaciones, etc.).



Colocar el martillo a una distancia considerable de la zona de trabajo para evitar que se unan los dos tipos de ruido.

Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.

Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos. El mantenimiento y las revisiones se realizarán por personal especializado y autorizado.

La conexión o suministro eléctrico se tiene que realizar con manguera antihumedad.

Las operaciones de mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica o de la batería.

No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.

No dejar los martillos clavados en los materiales que se han de romper.

No abandonar el martillo conectado al circuito de presión.

No se pueden hacer esfuerzos de palanca con el martillo en funcionamiento.

No se puede apoyar todo el peso del cuerpo sobre el martillo, ya que éste puede deslizarse y caerse.

Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

Desconectar este equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.

Utilizar el martillo con las dos manos de forma segura.

Hay que mantener un radio de seguridad en torno a esta actividad.

Se acordonará (o cerrará totalmente, según casos), la zona bajo los tajos de martillos, en prevención de daños a los trabajadores que pudieran entrar en la zona de riesgo de caída de objetos.

Cada tajo con martillos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnaran cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones.

En el acceso a un tajo de martillos, se instalarán sobre pies derechos, señales de

“Obligatorio el uso de protección auditiva”, “Obligatorio el uso de gafas antiproyecciones” y

“Obligatorio el uso de mascarillas de respiración”.

Se prohíbe expresamente en esta obra, el uso del martillo neumático en las excavaciones en presencia de líneas eléctricas enterradas a partir de ser encontrada la “banda” o “señalización de aviso” (unos 80 cm., por encima de la línea).

La circulación de viandantes en las proximidades del tajo de los martillos, se encauzará por el lugar más lejano posible que permita la calle en que se actúa.

El uso de esta máquina produce polvo ambiental en apariencia ligera. Se debe regar siempre la zona, o usar una mascarilla de filtro mecánico recambiable contra el polvo. La máquina se cubrirá con material impermeable.

El trabajo se realizará de manera que el viento aleje el polvo y que no incida sobre el trabajador.

No utilizar la herramienta en atmósferas explosivas como por ejemplo, en presencia de líquidos, gases inflamables o polvos inflamables.

7.16.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del martillo neumático deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares.
- Gafas antiproyecciones.
- Guantes contra agresiones mecánicas y vibraciones.
- Calzado de seguridad.
- Faja antivibraciones.
- Ropa de trabajo.
- Mascarillas antipolvo con filtro recambiables.
- Muñequeras elásticas (antivibratorias).
- Chaleco reflectante.

7.17. RADIAL.

Equipo de trabajo portátil que se utiliza para cortar determinados materiales, mediante el movimiento rotatorio de un disco abrasivo.

7.17.1. Identificación de Riesgos.

- Proyección de partículas durante las operaciones de corte.
- Cortes y fracturas por rotura del disco y proyección del mismo sobre el operario.
- Cortes y amputaciones en extremidades por manejo de la misma.



- Caída de objetos durante su manipulación.
- Inhalación de polvo durante las operaciones de corte.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamientos.
- Incendio.
- Riesgos de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos.

7.17.2. Normas de uso y mantenimiento.

Comprobar diariamente el estado de los discos de corte y verificar la ausencia de oxidación, grietas y dientes rotos.

Los discos de corte han de estar en perfecto estado y se tienen que colocar correctamente para evitar vibraciones y movimientos no previstos, que den lugar a proyecciones.

El sistema de accionamiento tiene que permitir su parada total con seguridad. El interruptor debe ser de forma que al dejarlo de presionar queda la máquina desconectada.

Escoger el disco según el material que haya que cortar.

Evitar el calentamiento de los discos de corte haciéndolos girar innecesariamente.

Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.

No intentar reparar el radial ni intentar desmontarle. Sólo se hará por personal especializado.

No golpear el disco al mismo tiempo que se corta.

No se pueden cortar zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente, puesto que el disco se puede romper y provocar lesiones por proyección de partículas.

No se puede tocar el disco tras la operación de corte.

Se tienen que sustituir inmediatamente los discos gastados o agrietados. Vigilar el desgaste del disco, ya que si pierde mucho espesor queda frágil y casca.

Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.

El cambio del accesorio se tiene que realizar con el equipo desconectado de la red eléctrica.

Hay que verificar que los accesorios estén en perfecto estado antes de su colocación.

Escoger el accesorio mejor para cada aplicación, según las instrucciones del fabricante.

Se ha de utilizar siempre una capucha de protección y el diámetro del disco ha de adecuarse a las características técnicas de la máquina.

Utilizar la radial para cortar no para devastar con el plano del disco, ya que el disco se rompería.

Cortar siempre sin forzar el disco ya que podría romperse y saltar.

Utilizar carcasa superior de protección del disco así como protección inferior deslizante.

Doble aislamiento eléctrico y puesta a tierra.

Apretar la tuerca del disco firmemente, para evitar oscilaciones.

Comprobar el estado del cable y de la clavija de conexión; rechazar el aparato si aparece con repelones que dejen al descubierto hilos de cobre, o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, etc., con esta pequeña prevención, se evitarán contactos con la energía eléctrica.

No intentar agrandar el canal rozado oscilando en el disco, se puede romper.

Se comprobará diariamente el buen estado de las radiales eléctricas, retirando del servicio aquellas que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos.

En caso de utilizarse para cortar madera, ésta estará desprovista de clavos.

Trabajar con el disco abrasivo, preferentemente en húmedo o con instalación de extracción de polvo. Utilizar, si es preciso, prendas de protección personal (adaptador facial y filtro mecánico).

En su utilización hay que verificar la ausencia de personas en el radio de afección de las partículas que se desprenden en el corte.

Hay que almacenar estos equipos en lugares cubiertos y fuera de las zonas de paso.

7.17.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la radial deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Mascarilla antipolvo.
- Ropa de trabajo apropiada.
- Botas de seguridad con plantilla de acero y puntera reforzada.
- Protectores auditivos.
- Guantes de cuero.
- Casco de polietileno.



- Gafas contra impactos.

7.18. EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA-OXICORTE.

Equipo de trabajo consistente en un sistema de soldadura y corte caracterizado por la utilización de un soplete y gases (acetileno y oxígeno) en estado comprimido.

7.18.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Inhalación o ingestión de agentes químicos peligrosos.
- Exposición a radiaciones.
- Explosiones.
- Incendios.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: gases.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: radiaciones.

7.18.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar equipos de oxicorte con el marcado CE, prioritariamente, o adaptados al Real

Decreto 1215/1997, modificado por el R.D. 2177/2004.

Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.

Seguir las instrucciones del fabricante.

Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Hay que almacenar las botellas alejadas de posibles contactos eléctricos, separadas de las fuentes de calor y protegidas del sol.

Hay que limpiar periódicamente la boquilla del soplete.

Hay que utilizar para cada trabajo la presión correcta. Hay que consultar la escala de presiones.

Es necesario utilizar un encendedor de chispa para encender el soplete.

Comprobar la existencia de válvulas antirretroceso en el manómetro y caña.

Comprobar que la unión entre mangueras sea de conexiones estancas.

El grupo ha de estar fuera del recinto de trabajo.

En la manipulación de las botellas hay que evitar darles golpes y cogerlas por los grifos.

Las botellas en servicio han de estar en posición vertical en sus soportes o carros.

En la utilización de este equipo en zonas con especial riesgo de incendio, hay que prever la presencia de extintores.

Se prohíbe la utilización de bombonas de gases en posición inclinada.

Se prohíbe trabajar en condiciones climatológicas adversas: viento fuerte y lluvia.

Se prohíben los trabajos de soldadura y corte en locales donde se almacenen materiales inflamables o combustibles.

Tienen que ser reparados por personal autorizado.

El grifo de la botella se ha de abrir lentamente.

El almacenamiento de las bombonas se tiene que hacer verticalmente.

Los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno han de estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo.

Las bombonas, tanto llenas como vacías, se tienen que trasladar en posición vertical y atadas a un portabombonas.

No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.

No se permite soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor, si es necesario.

No se puede trabajar con la ropa sucia por grasa, disolvente u otras sustancias inflamables.

No colgar nunca el soplete de las botellas, aunque esté apagado.

No se tienen que consumir del todo las botellas para mantener siempre una pequeña sobrepresión en su interior.

No se han de efectuar trabajos de corte cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, puesto que pueden formarse gases peligrosos.



No tocar piezas recientemente cortadas.

No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o para ventilar una estancia.

Para apagar el soplete hay que cerrar primero la válvula de acetileno y a continuación la de oxígeno.

Para encender el soplete hay que abrir primero ligeramente la válvula de oxígeno y después la de acetileno en mayor proporción. A continuación, hay que encender la mezcla y regular la llama.

Para mantener en buen estado las mangueras, hay que evitar su contacto con productos químicos, superficies calientes, elementos cortantes o punzantes. Asimismo, hay que evitar la formación de bucles o nudos en su utilización.

Periódicamente, hay que verificar que las mangueras no tienen fugas revisando especialmente las juntas, racores y grifos.

Proceder al recambio de mangueras cuando se detecte que éstas están deterioradas o rotas.

Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

Se ha de evitar que las chispas producidas por el soplete lleguen o caigan sobre las botellas o mangueras.

No se pueden mezclar bombonas llenas con vacías y bombonas con gases diferentes.

Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.

El puesto de trabajo ha de estar bien ventilado o con sistemas de extracción adecuados.

Se tienen que señalizar las entradas a la zona de almacenamiento de estos equipos con la señal de «peligro de explosión» y «prohibido fumar».

Si se realizan trabajos de corte in situ, procurar limitar la cascada de chispas y trozos de hierro colocando una manta ignífuga.

Situar el equipo en zonas habilitadas de forma que se eviten zonas de paso o zonas demasiado próximas a la actividad de la obra.

Verificar que en el entorno de la zona de soldadura no se encuentran otras personas. De lo contrario, se procederá a la utilización de protecciones colectivas, con mamparas o protecciones individuales.

Hay que almacenar estos equipos en lugares cubiertos y fuera de las zonas de paso.

7.18.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del equipo de soldadura deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad para desplazamientos por la obra.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión).
- Arnés de seguridad.

7.19. EQUIPO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO.

Equipo de trabajo consistente en un sistema de soldadura caracterizado porque salta el arco eléctrico entre la pieza a soldar sometida a uno de los polos de la fuente de energía y el electrodo que se encuentra conectado al otro polo.

7.19.1. Identificación de Riesgos.

- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Inhalación o ingestión de agentes químicos peligrosos.
- Exposición a radiaciones.
- Explosiones.
- Incendios



7.19.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar equipos de oxicorte con el marcado CE, prioritariamente, o adaptados al Real Decreto 1215/1997 modificado por el R.D. 2177/2004.

Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.

Los portaelectrodos tienen que tener el apoyo de manutención en material aislante y en perfecto estado de mantenimiento.

Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.

Comprobar periódicamente el estado de los cables de alimentación, pinzas, etc.

Desconectar el equipo de soldadura en pausas de una cierta duración.

El grupo ha de estar fuera del recinto de trabajo.

En los trabajos en zona húmeda o mojada, la tensión nominal de trabajo no puede exceder de 50 V. en c.a. o 75 V. en c.c.

En la utilización de este equipo en zonas con especial riesgo de incendio, hay que prever la presencia de extintores.

Se prohíbe trabajar en condiciones climatológicas adversas: viento fuerte y lluvia.

Se prohíben los trabajos de soldadura y corte en locales donde se almacenen materiales inflamables o combustibles.

Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.

Tienen que ser reparados por personal autorizado.

La conexión o suministro eléctrico se tiene que realizar con manguera antihumedad.

Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica.

Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores, se recomienda la utilización de pequeñas tensiones. En otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar, no será superior a 90 V, valor eficaz para corriente alterna, y 150 V en corriente continua.

No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.

No cambiar los electrodos sin guantes, con guantes mojados, o sobre una superficie mojada.

No se permite soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor, si es necesario.

No se puede trabajar con la ropa sucia por grasa, disolvente u otras sustancias inflamables.

No enfriar los electrodos sumergiéndolos en agua.

No se han de efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, puesto que pueden formarse gases peligrosos.

No tocar piezas recientemente soldadas.

Para mirar el arco voltaico hay que utilizar una pantalla facial con protector con filtro que proteja de la proyección violenta de partículas y de las radiaciones de la soldadura.

Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.

Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.

El puesto de trabajo ha de estar bien ventilado o con sistemas de extracción adecuados.

Verificar que en el entorno de la zona de soldadura no se encuentran otras personas. En caso contrario, se procederá a la utilización de protecciones colectivas, con mamparas o protecciones individuales.

Hay que almacenar estos equipos en lugares cubiertos y fuera de las zonas de paso.

7.19.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo del equipo de soldadura deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (para desplazamientos por la obra).
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Ropa de trabajo.



- Arnés de seguridad.

7.20. GÓNDOLA.

Equipo de trabajo de grandes dimensiones que se utiliza para el transporte de maquinaria pesada.

7.20.1. Identificación de Riesgos.

- Atropello de personas, (entrada, circulación interna y salida).
- Choque contra otros vehículos, (entrada, circulación interna y salida).
- Vuelco del camión, (blandones, fallo de cortes o de taludes).
- Vuelco por desplazamientos de carga.
- Caídas, (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos, (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas).
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Contactos eléctricos directos.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Incendios
- Explosiones
- Contactos térmicos.

7.20.2. Normas de uso y mantenimiento.

Utilizar camiones con marcado CE o adecuados al RD 1215/1997.

Comprobar que el camión posee y funciona correctamente la señal acústica de marcha atrás, además deberá tener rotativo luminoso.

Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, verificar que la persona que la conduce está autorizada, tiene la formación e información específica de PRL que fija el RD 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5, y se ha leído su manual de instrucciones. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet E de conducir.

El camión deberá tener al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del camión plataforma responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.

Asegurar la máxima visibilidad del camión plataforma mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.

Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.

El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.

Subir y bajar del camión plataforma únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al camión plataforma.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar la existencia de un extintor en el camión plataforma.

Verificar que la altura máxima del camión plataforma es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares.

Prohibir sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante.

Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.

Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

Prohibir el transporte de personas ajenas a la actividad.

No subir ni bajar con el camión plataforma en movimiento.

Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar). Fuera de la obra, hay que utilizar el cinturón de seguridad obligatoriamente.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.



Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, es necesario aparcar el camión en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Realizar las entradas o salidas de las vías con precaución y, si fuese necesario, con la ayuda de un señalista.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.

Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Hay que respetar la señalización interna de la obra.

Evitar desplazamientos del camión plataforma en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.

Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que se han extraído los gases.

Hay que supervisar la carga de las máquinas y asegurar su correcto anclaje a la plataforma.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.

En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Efectuar las tareas de reparación del camión con el motor parado y la máquina estacionada.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores.

Estacionar el camión plataforma en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación). Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería y cerrar la cabina y el compartimento del motor.

7.20.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de la góndola deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (fuera del camión)
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Chaleco reflectante.
- Calzado para la conducción de camiones (calzado de calle).
- Gafas de protección.
- Protecciones auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Herramientas de mano

7.21. HERRAMIENTAS DE MANO

7.21.1. Identificación de Riesgos.

- Cortes.
- Golpes.
- Atrapamientos en diversas partes del cuerpo.
- Proyección de partículas a ojos y cara.
- Golpes a terceros.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocuciiones.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.

7.21.2. Normas de uso y mantenimiento.

Las herramientas manuales utilizadas deben ser de buena calidad, disponer de un diseño ergonómico, ser adecuadas al trabajo a realizar y conservarse en buen estado.

Conservarlas limpias y secas después de cada utilización.

Se seleccionarán herramientas adecuadas al trabajo a realizar.



Se seleccionarán herramientas de buena calidad, que tengan la dureza apropiada y con los mangos o asas bien fijados.

Para que la cabeza y el mango estén sólidamente encajados, deberán ir provistos de cuña de fijación (de madera o metálica) o sistema equivalente.

Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.

Inspeccionar las herramientas antes de utilizarlas con el fin de comprobar posibles defectos y en caso de detectar alguna anomalía, reemplazarla o hacer repararla.

Nunca añadir tubos o suplementos para aumentar la longitud del mango de la herramienta con tal de aumentar el brazo de la palanca.

Transportar las herramientas dentro de una caja específica para ello. También es recomendable el uso del cinturón o mandril robusto en el que colgar las herramientas (siempre a los lados del cuerpo, nunca detrás de la espalda). No transportar las herramientas con las dos manos cuando se suban escaleras, una plataforma o para hacer un trabajo peligroso, ni llevar herramientas puntiagudas dentro de los bolsillos.

En función de las herramientas que se utilicen, se tendrán en cuenta, entre otras, las siguientes medidas de seguridad:

7.21.2.1. Destornillador.

Utilizar el destornillador más acorde (en cruz, estrella, etc.) a cada tipo de trabajo en función del espesor, anchura y forma de la cabeza del tornillo.

El mango deberá estar limpio y sin muescas.

Nunca sujetar la pieza a trabajar con las manos, en su lugar utilizar un tonillo de banco o apoyarse en una superficie plana.

Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

7.21.2.2. Limas.

Seleccionar la lima más adecuada al tipo de trabajo a realizar en función de la clase de material, grado de acabado, etc. y mantener tanto el mango como la espiga en buen estado (para limpiarla utilizar cepillos de alambre). Una lima sin mango no es una herramienta segura.

Sujetar firmemente la lima por el mango con una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta presionando en el momento del retorno.

Nunca utilizar la lima para realizar tareas para las que no ha sido realizada; para golpear, como palanca, cincel, etc.

7.21.2.3. Martillos.

Los martillos son muy utilizados a menudo de manera abusiva. Tienen formas y medidas diversas, aplicaciones particulares y las caras de golpear de diversas durezas.

Seleccionar el martillo que tenga una superficie de golpe de un diámetro de más de 12 mm. que el de la herramienta a golpear, por ejemplo escarpa, punzón, cuña, etc.

Sujetar el mango por el extremo y asegurarse de que la cabeza del martillo está sólidamente fijada al mango.

Verificar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes, golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo, nunca con el cantón o la mejilla. Mirar siempre el objeto, detrás y arriba antes de golpearse y evitar dar golpes en dirección oblicua, demasiado fuertes o demasiado débiles.

Dar un golpe de martillo bien derecho, con la superficie de golpe paralela a la superficie a golpear. Evitar dar golpes en dirección oblicua, demasiado fuertes o demasiado débiles. (Los martillos con la superficie achatada tienen menos riesgo de mellarse). Sujetar el martillo siempre manteniendo la muñeca recta y la mano rodeando firmemente el mango.

Nunca utilizar un martillo para golpear otro martillo, otros objetos de metal resistente, piedras u hormigón.

No rectificar, afilar, o soldar en caliente una cabeza de martillo.

7.21.2.4. Llaves.

Las llaves tienen formas y medidas diversas y se utilizan para coger, fijar, cercar, apretar y aflojar piezas como tubos, rúndos de tubos, hembras y pernos. Hay dos tipos principales de llaves:

Las llaves para tubo utilizadas en el sector de la latonería para coger piezas redondas (cilíndricas).

Las llaves de uso general utilizadas con caracoles y pernos de caras planas y paralelas; por ejemplo cuadradas.

Las llaves pueden ser además, regulables de manera que se ajusten a tubos, caracoles y pernos de diferentes grosores o pueden ser de medida fija.



Nunca utilizar una llave muy gastada o en mal estado. Eliminar cualquier llave desvencijada (por ejemplo, llaves abiertas que tienen las mordazas engrandecidas, o llaves cerradas con las puntas rotas o deterioradas). Comprobar siempre el rodillo, mordazas, uñas y dientes.

Escoger la medida de mordaza apropiada para evitar cualquier resbalamiento súbito.

Colocar el cuerpo de manera que evite perder el equilibrio y lesionarse en caso de resbalar la llave o de rotura súbita de una pieza.

Comprobar que la mordaza de una llave abierta esté completamente en contacto con el tornillo o el perno antes de ejercer la presión.

Orientar la llave ajustable hacia delante. Fijar sólidamente i girar la llave de manera que la presión sea ejercida contra la mordaza permanente o fija.

Asegurarse que los dientes de la llave de tubo están afilados y libres de aceite y residuos para prevenir cualquier deslizamiento imprevisto con riesgo de lesionarse.

Sostener la cabeza de la llave cuando haga servir piezas alargadas.

Mantener muy atento cuando se utilice la llave por encima de su cabeza.

Asegurarse de que las llaves ajustables no resbalen al abrirse y siempre dejarlas en buen estado (limpias, untadas, etc.) y guardadas en su lugar correspondiente (caja de herramientas, panel de pared, canana especial para herramientas, etc.).

En ningún momento empujar una llave si resbala, o existe riesgo de perder el equilibrio.

Tampoco hacer fuerza encima de una llave ajustable mal fijada, para enderezar o curvar tubos y jamás golpear encima de una llave con un martillo o un objeto similar para obtener más fuerza.

Nunca exponer una llave a una calor excesivo (por ejemplo soplete), ya que ello tiene riesgo de hacer menguar la dureza del metal y dañar la herramienta.

7.21.2.5. Sierras.

Comprobar que las sierras de madera disponen de dientes afilados con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas, que disponen de mangos bien fijados y en perfecto estado, que la hoja está tensada y es adecuada al material a cortar y los dientes de la hoja quedan alineados hacia la parte opuesta al mango.

Fijar la pieza a serrar antes de comenzar el corte.

Realizar el corte dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente y dejando de presionar cuando se retrocede.

Realizar una ranura con una lima para guiar el corte en caso que el material a cortar sea muy duro.

Cuando se sierran tubos o barras, hacerlo girando la pieza.

7.21.2.6. Cizallas.

Las cizallas son de formas y medidas diversas y están destinadas a diversos usos.

Los mangos pueden parecerse al de las tijeras, tener aberturas por un dedo o ser parecidos a los alicates. Según el modelo, las cizallas permiten realizar cortes en línea recta, en línea curva a la izquierda o en línea curva a la derecha.

Las cizallas universales son aptas a la vez tanto para cortes en curvas regulares rectas y cortes de curvas pronunciadas.

Las cizallas rectas y las cizallas de pico de pato (cuchilla plana, perpendicular al mango con puntas agudas) están diseñadas para cortar en línea recta; algunas cizallas de pico de pato son diseñadas para cortar en línea curva.

Las cizallas de pico recurvado (con mandíbulas redondas) se utilizan para cortar seguro curvas cerradas.

Las cizallas de tipo aviación tienen una doble palanca que reduce el esfuerzo de corte.

Las cizallas codazo tienen las mandíbulas formando un ángulo con el mango.

Las cizallas a la izquierda están pensadas para cortar a la izquierda.

Las cizallas a la derecha están pensadas para cortar a la derecha.

Escoger siempre la medida y tipo de cizalla apropiada para el trabajo que debe realizar y comprobar las especificaciones del fabricante por todo lo que hace referencia a la utilización prevista de las cizallas (tipos de corte, recto, curva pronunciada, curva cerrada, curva a la derecha, curva a la izquierda, grueso máximo y tipos de metal, etc.). Utilizar nada más cizallas bien afiladas y en buen estado.

Utilizar cizallas sólo para cortar metal blando. El metal duro o endurecido se ha de cortar con herramientas pensadas para esta finalidad.



Utilizar la presión nominal de la mano. Si hace falta una fuerza suplementaria, utilizar una herramienta más grande. No cortar en un chapa el grueso de la cual sea superior al límite recomendado por el fabricante.

No aumentar la longitud de los mangos para conseguir un efecto de palanca más grande.

Evitar golpear o utilizar el pie para ejercer una presión suplementaria encima de los cantos de corte.

No utilizar mangos forrados o rellenos para trabajos que necesiten mangos aislantes. Los mangos son pensados principalmente para el confort y no aseguran ninguna protección contra las descargas eléctricas.

No afilar las cizallas con un dispositivo pensado para afilar tijeras, herramientas de jardinería o para cuchillería.

7.21.2.7. Alicates.

Los alicates tienen formas y medidas diversas y se utilizan para un gran número de usos.

Algunos sirven para empuñar objetos redondos (tubos o barritas), otros se utilizan para retorcer hilos, y otros pensados para ejecutar una combinación de trabajos, y comprende el corte de hilos.

Utilizar nada más las herramientas que estén en buen estado y comprobar que las hojas cortantes son afiladas. Las hojas cortantes melladas y gastadas requieren un esfuerzo más grande para cortar.

Escoger los alicates que tengan una abertura de presesión entre 6 a 9 cm. Para evitar un pellizco a la palma o a los dedos de las manos cuando se cierre la herramienta.

Comprobar que los mangos mentados estén limpios y afilados. Los mangos grasos o gastados pueden comprometer su seguridad.

Engrasar regularmente los alicates. Una sola gota de aceite facilitará la utilización de la herramienta.

Estirar los alicates más que empujar ejerciendo una presión. Si las herramientas resbalan de golpe, se corre el riesgo de perder el equilibrio o de golpearse la mano contra la máquina o equipo o contra alguna cosa rígida y se puede lesionar.

Cortar en ángulo recto. Evitar siempre girar la herramienta de corte de un lado y de otro o de doblegar el hilo por un movimiento de vaivén contra las hojas cortantes de la herramienta. Nunca

cortar un hilo metálico duro, a menos que se utilicen unos alicates especialmente concebidos para esta finalidad.

No exponer los alicates a una temperatura excesiva.

No curvar un hilo rígido con alicates ligeros. Los alicates de pico largo se pueden sesgar si sus puntas son utilizadas para curva un hilo de gran diámetro. Utilizar una herramienta más robusta.

No hacer servir los alicates como si fuesen un martillo, ni golpear encima de ellos para cortar hilos o pernos.

No aumentar la longitud de los mangos para conseguir un efecto de palanca. Utilizar una herramienta más robusta.

No utilizar mangos protegidos para hacer trabajos que requieren de mangos aislantes. Los mangos protegidos están pensados principalmente para el confort y no aseguran ninguna protección contra los golpes eléctricos

Ponerse gafas de seguridad o una máscara facial si hay riesgo de proyección de partículas, de trozos de hilos metálicos, etc.

7.21.3. Equipos de protección individual.

Los operarios que intervengan en el manejo de las herramientas de mano deberán hacer uso de los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Gafas de protección antipartículas.
- Pantallas faciales de rejilla.
- Pantallas faciales de policarbonato.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

Ferrol, a junio de 2.017

Autor del proyecto:

Fdo. Emilio A. Serantes Carro

Grado en Ingeniería de Obras Públicas



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

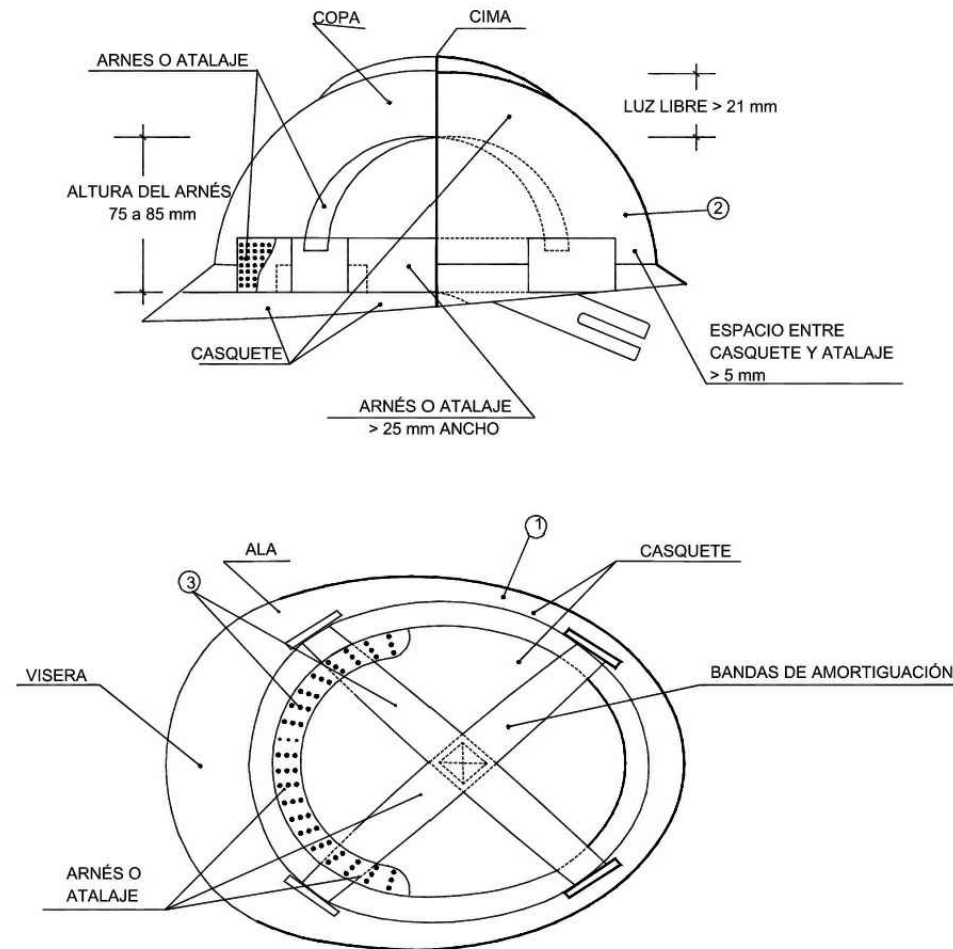
ANEJO 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLANOS



ÍNDICE

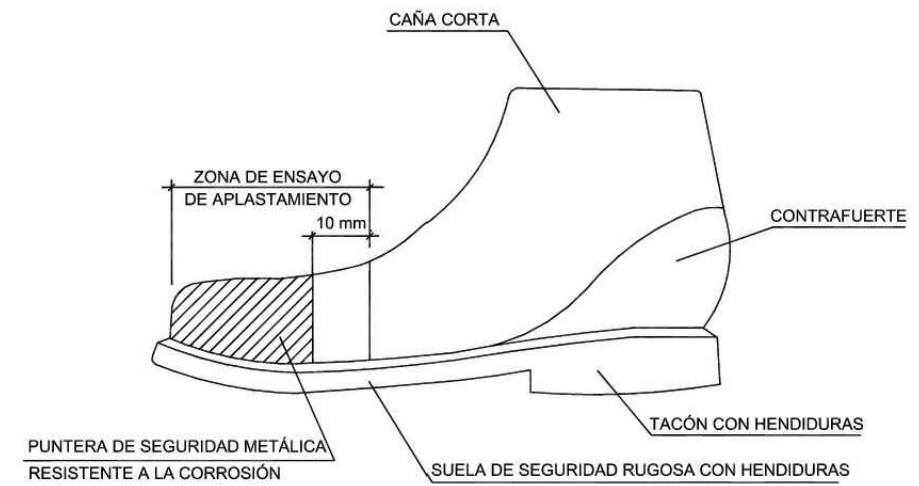
- 1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Planos 1-5**
- 2. DISPOSICIONES DE SEGURIDAD Planos 5-16**
- 3. SEÑALIZACIÓN..... Planos 17-21**

CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO

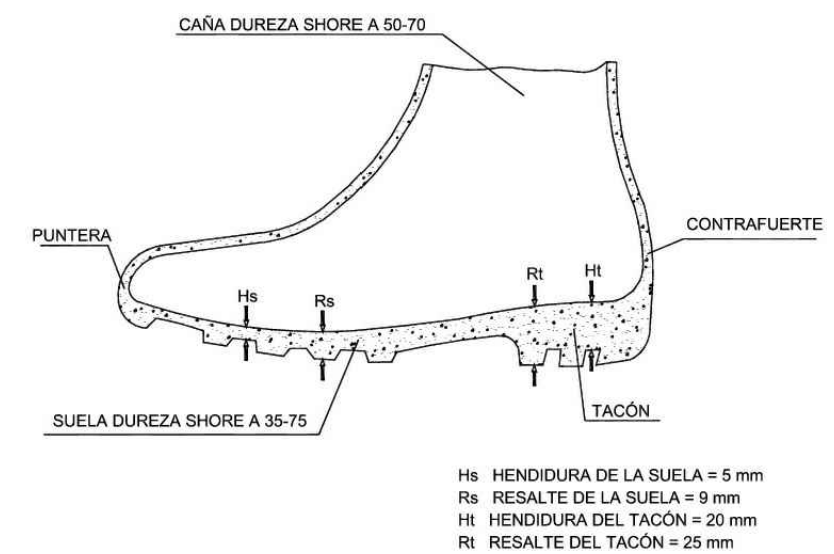


- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA.
- ② CLASE M AISLANTE A 1000 V. CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V.
- ③ MATERIAL NO RÍGIDO, HIDRÓFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.

BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
Emilio Ángel Serantes Carro

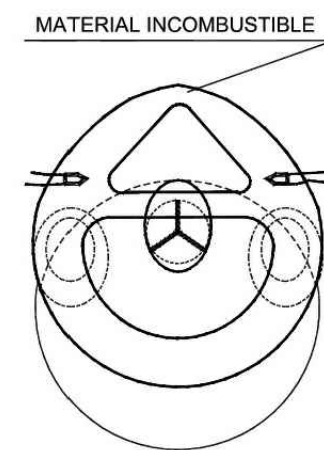
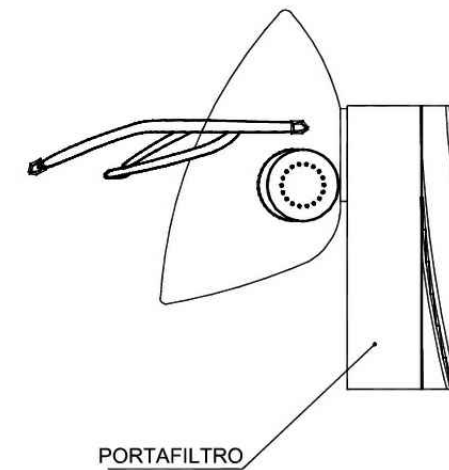
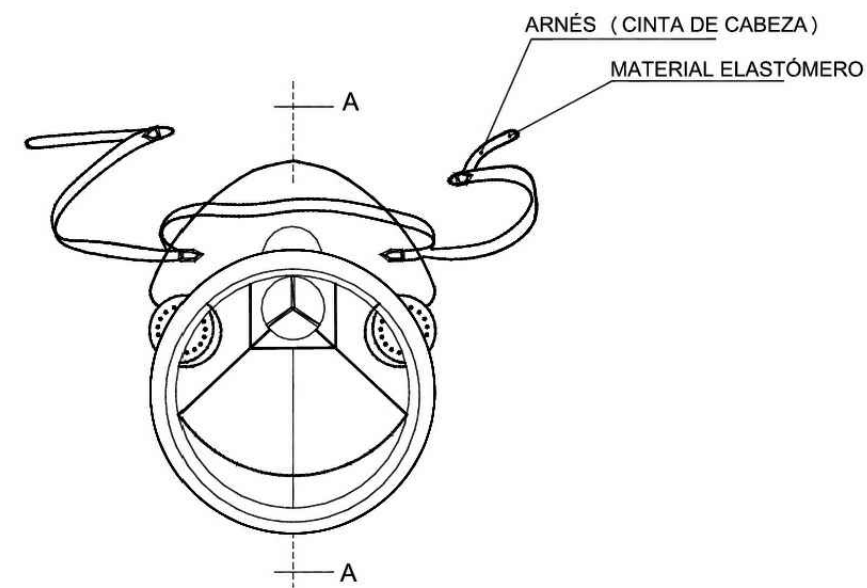
Firma:

Fecha:
Junio 2017

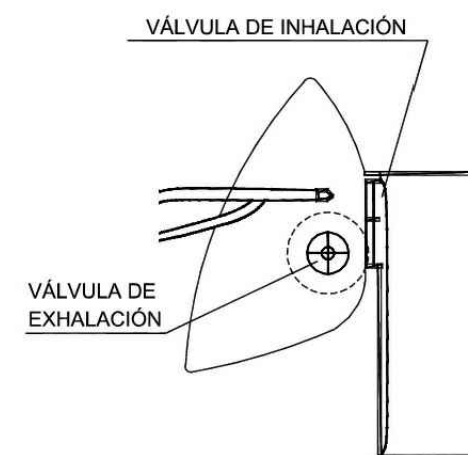
Título del plano:
Seguridad y Salud. Equipos Protección Individual

Nº plano:
1

Escala:
s/e



SECCIÓN A-A



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
Emilio Ángel
Serantes Carro

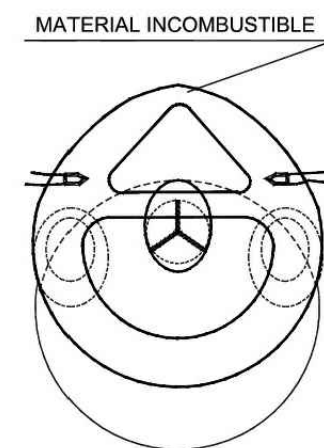
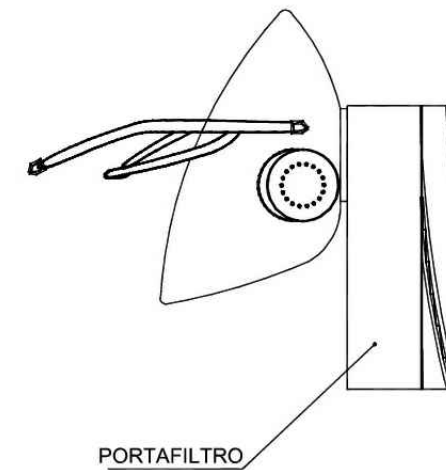
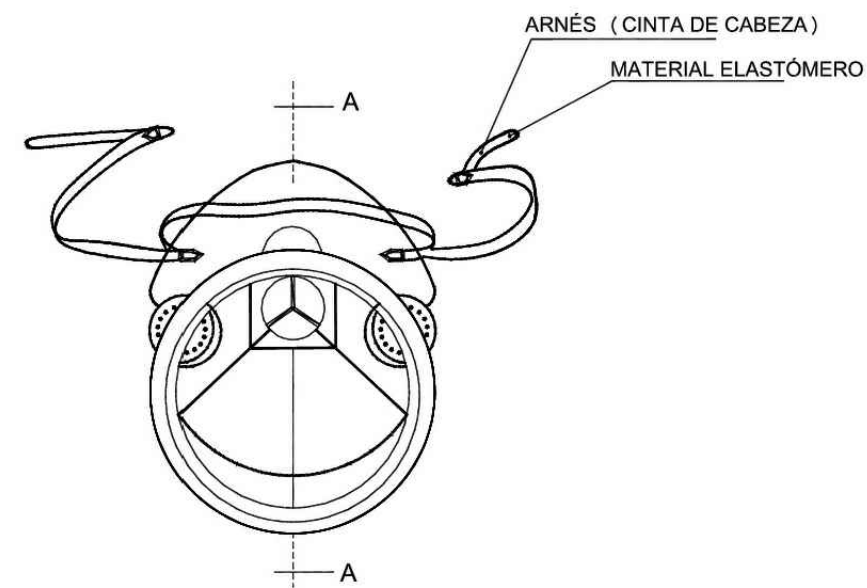
Firma:

Fecha:
Junio 2017

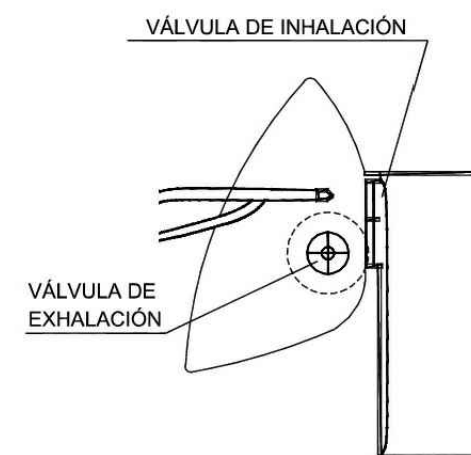
Título del plano:
Seguridad y Salud. Equipos Protección Individual

Nº plano:
2
Nº hoja:

Escala:
s/e



SECCIÓN A-A



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
**Emilio Ángel
Serantes Carro**

Firma:

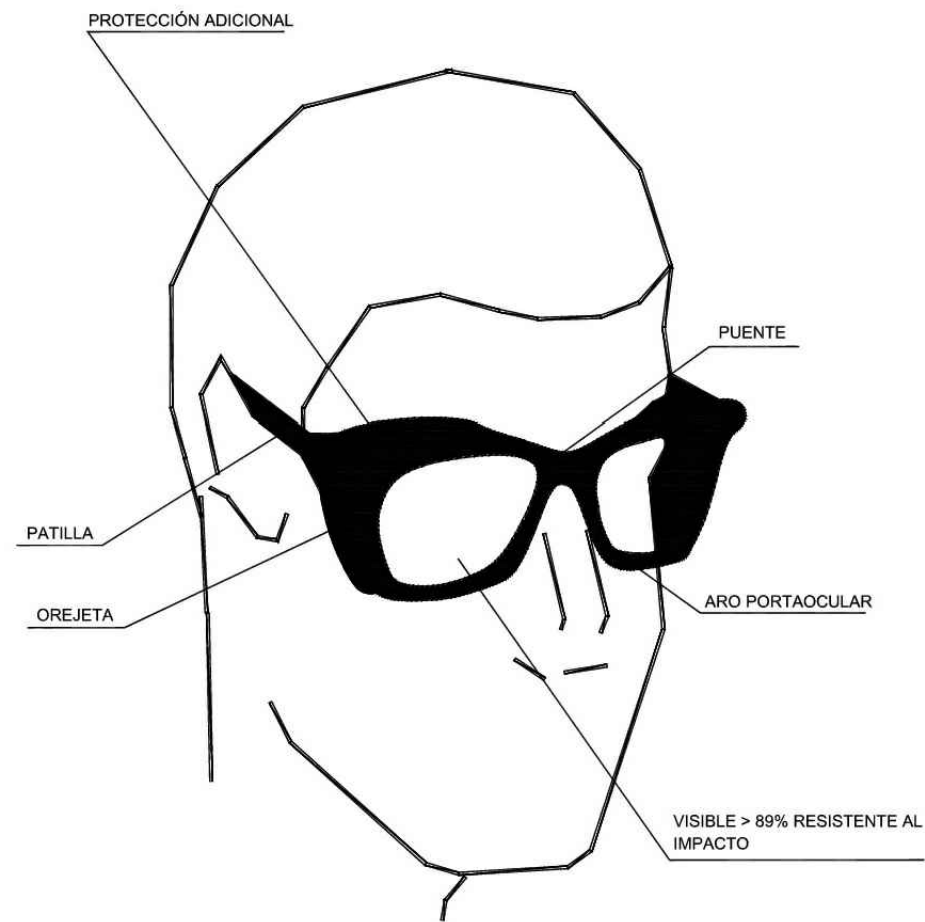
Fecha:
Junio 2017

Título del plano:
Seguridad y Salud. Equipos Protección Individual

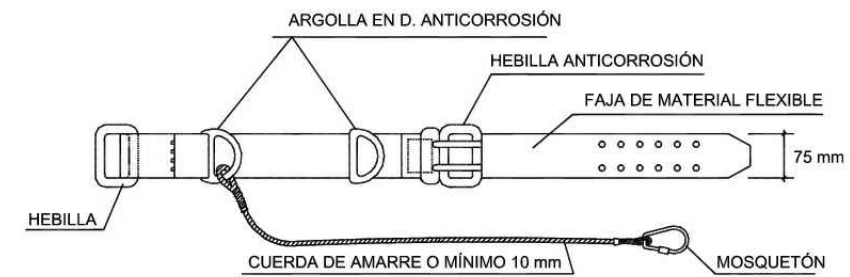
Nº plano:
3
Nº hoja:

Escala:
s/e

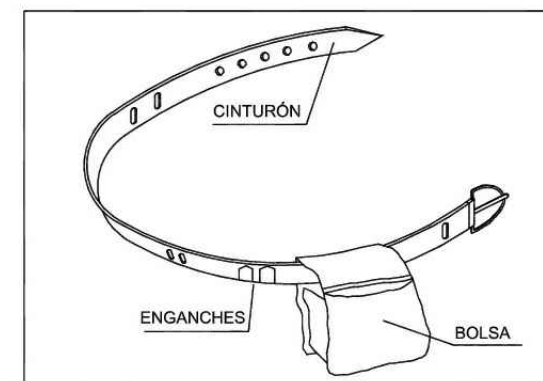
GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



CINTURÓN DE SEGURIDAD



PORTAHERRAMIENTAS



- 1 PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MÁS SEGURIDAD AL MOVERSE
- 2 EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
- 3 NO EXIME DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD CUANDO ÉSTE ES NECESARIO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Equipos Protección Individual

Nº plano:

4

Escala:

s/e

Nº hoja:

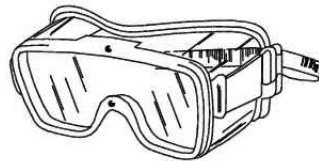
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

PROTECCIÓN CRANEAL

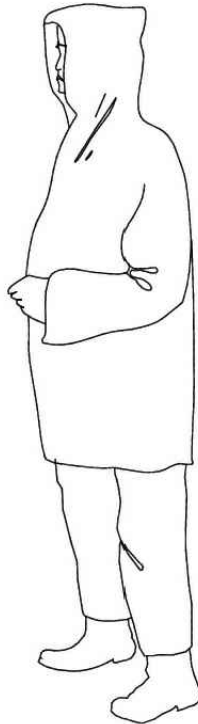


CASCO DE SEGURIDAD
CON PANTALLA ANTIPROYECCIONES
VISOR ABATIBLE

GAFAS CONTRA IMPACTOS



PRENDAS PARA LA LLUVIA

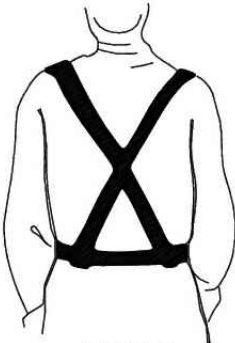


TRAJE IMPERMEABLE COMPUESTO POR
CHAQUETA CON CAPUCHA, BOLSILLOS
DE SEGURIDAD Y PANTALÓN

PRENDAS DE SEÑALIZACIÓN PERSONAL



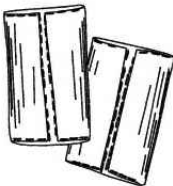
CHALECOS



CORREAJE



MANGUITOS



POLAINAS

PANTALLAS DE SEGURIDAD



PANTALLA DE ACETATO TRANSPARENTE,
CON ADAPTADOR A CASCO
VISOR ABATIBLE

BOTA PARA ELECTRICISTA



PUNTERA DE PLÁSTICO
TRABAJOS PARA B.T. Y
MANIOBRAS EN B.T.

BOTAS IMPERMEABLES DE MEDIA CAÑA

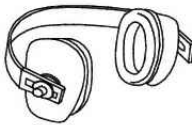


PISO ANTIDESLIZANTE, CON RESISTENCIA
A GRASA E HIDROCARBUROS

CASCOS PROTECTORES DEL RUIDO

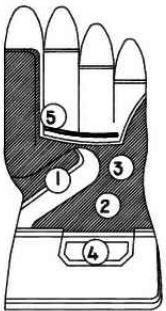
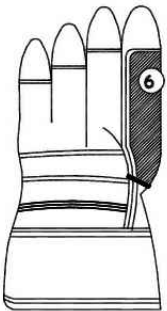


CLASE "A" ARNÉS EN CABEZA



CLASE "B" ARNÉS EN NUCA

GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA



- ① REFUERZO PROTECTOR DEL GUANTE
- ② PIEL DE CUERO SELECCIONADA
- ③ FORRO (PROPORCIONA CONFORT)
- ④ REFUERZO PROTECTOR DEL GUANTE
- ⑤ PIEL DE CUERO SELECCIONADA
- ⑥ FORRO (PROPORCIONA CONFORT)



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Equipos Protección Individual

Nº plano:

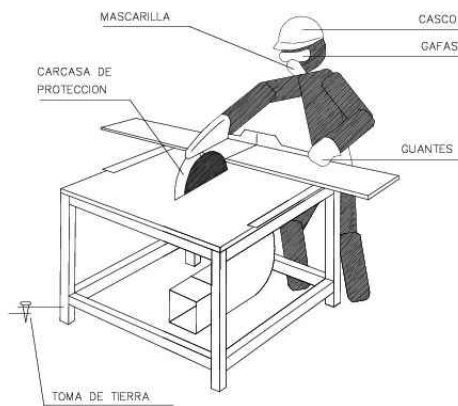
5

Escala:

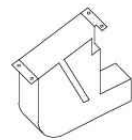
s/e

Nº hoja:

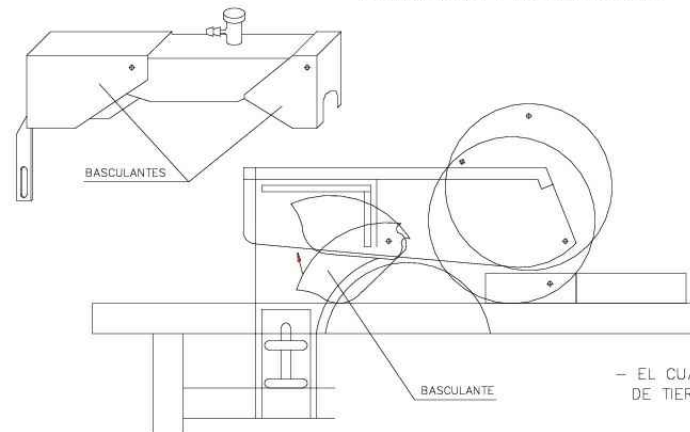
SIERRA CIRCULAR



- DEBEN UTILIZARSE EMPUJADORES ADECUADOS EN LOS TRABAJOS EN QUE EL TAMAÑO A CORTAR COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS MANOS DEL OPERARIO.
- CON LOS DISCOS DE CARBURUM O WIDIA DEBEN EXTREMARSE LAS PRECAUCIONES EN CUANTO AL EQUIBRADO Y EMPUJE DE LA PIEZA, YA QUE SON FRÁGILES Y TIENEN GRAN FACILIDAD PARA LA ROTURA.
- LA SIERRA CIRCULAR ESTARÁ PROTEGIDA FRENTE A RIESGOS ELÉCTRICOS CON INTERRUPTOR DIFERENCIAL ASOCIADO A TOMA DE TIERRA.
- LA UTILIZACIÓN DE LA SIERRA SE HARÁ SOLO POR EL PERSONAL AUTORIZADO.
- SE UTILIZARÁN LOS SIGUIENTES EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL: CASCO, GAFAS DE SEGURIDAD, MASCARILLA Y GUANTES.
- EL DISCO POR SU PARTE POSTERIOR DEBE ESTAR TOTALMENTE PROTEGIDO.



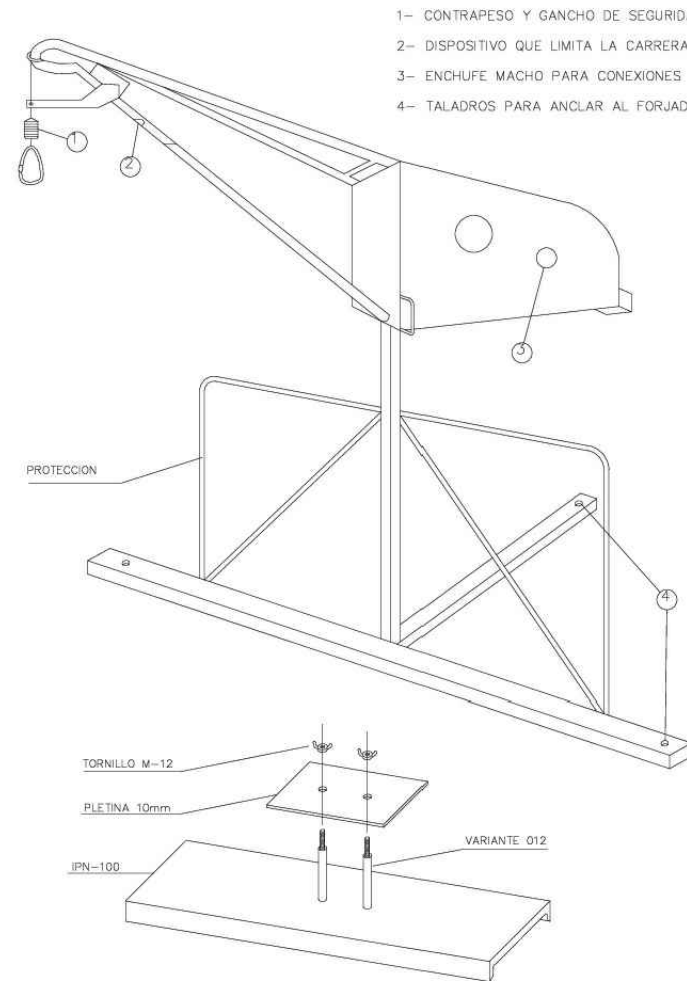
RESGUARDO INFERIOR



CARCASAS PROTECTORAS

- EL CUADRO ELÉCTRICO DE ALIMENTACIÓN, ESTARÁ DOTADO DE TIERRA, PROTECCIÓN DIFERENCIAL Y MAGNETOTÉRMICA.

MAQUINILLO

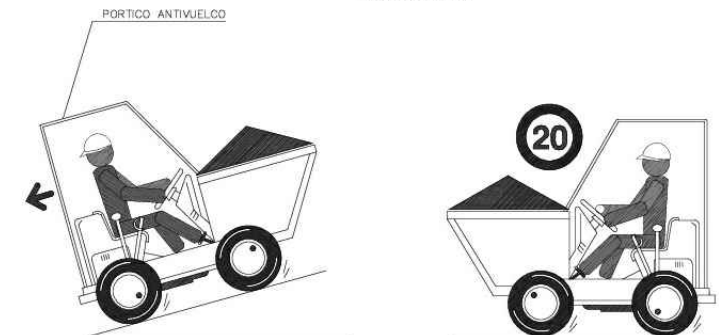


SUJECCIÓN AL FORJADO

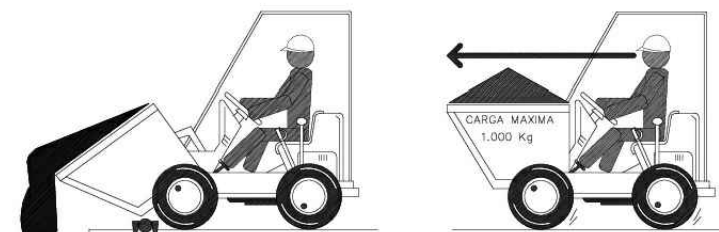


UPN-100 PARA REPARTIR LA PRESIÓN EN LAS VIGUETAS

DUMPER



- CON EL VEHÍCULO CARGADO LAS RAMPAS DEBEN BAJARSE MARCHA ATRAS.
- NO SE DEBE CICULAR A MÁS DE 20 Km/h. LA CONDUCCIÓN SE HARÁ DE FORMA PRUDENTE.



- COLOCAR TOPE DE FIN DE RECORRIDO PARA VERTER MATERIALES.
- EN NINGÚN CASO SE SUPERARÁ LA CARGA MÁXIMA. SE DISPONDRÁ LA CARGA DE MANERA QUE GARANTICE LA ESTABILIDAD DEL DUMPER.
- LA CARGA NUNCA DIFICULTARÁ LA VISIBILIDAD DEL CONDUCTOR.

- EL MANEJO DEL DUMPER SOLO LO REALIZARÁ PERSONAL AUTORIZADO.
- EL CONDUCTOR DEBERÁ UTILIZAR CINTURÓN ANTIVIBRATORIO.
- PARA CICULAR POR VÍAS PÚBLICAS ESTARÁN PROVISTOS DE LUCES Y DISPOSITIVOS DE AVISO ACÚSTICO.
- ÉSTA ABSOLUTAMENTE PROHIBIDO EL TRANSPORTE DE PERSONAL.



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

Fecha:
Junio 2017

Título del plano:
Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

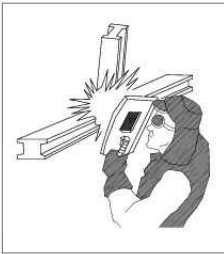
Nº plano:
6

Escala:
s/e

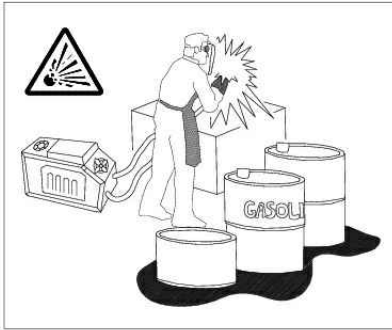
SOLDADURA ELECTRICA



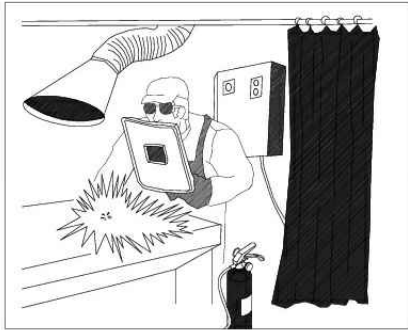
USE MATERIAL DE PROTECCION PERSONAL:
-PANTALLA DE MANO O DE CABEZA
-GAFAS DE PROTECCION CONTRA PROYECCIONES
-MANDIL
-GUANTES
-POLAINAS



-SI SE TRABAJA POR ENCIMA DE LA CABEZA ES NECESARIO PROTEGER, ADEMAS DE ESTA EL CUELLO Y OTRAS PARTES QUE PUEDAN QUEDAR EXPUESTAS A LAS PARTICULAS INCANDESCENTES

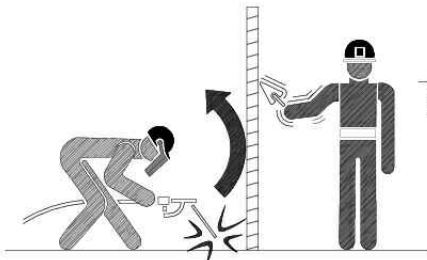


-NO SUELDE CERCA DE RECIPIENTES QUE CONTENGAN O HAYAN CONTENIDO PRODUCTOS INFLAMABLES. PUEDE PROVOCAR UNA EXPLOSION.
-VIGILE DONDE CAEN LAS CHISPAS O MATERIAL FUNDIDO. CUANDO SEA NECESARIO SOLDAR POR ENCIMA DE MATERIAL COMBUSTIBLE PROTEJALO CON UNA LONA IGNIFUGA.

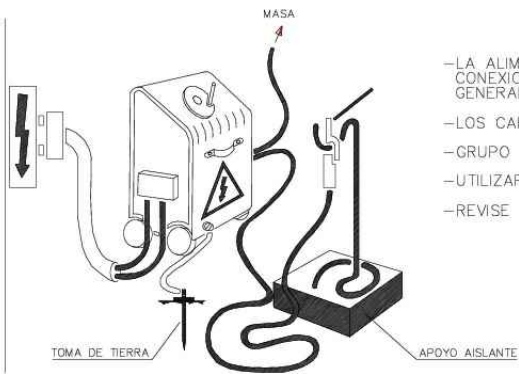


AISLAMIENTO DEL PUESTO DE SOLDADURA:

-CUANDO EL PUESTO ES FIJO, SE PROTEGERA POR UNA CORTINA INCANDESCENTE.
-EXTRACCION DE HUMO.
-SE DISPONDRA DE UN EXTINTOR CERCA DE LA CABINA DE SOLDADURA.

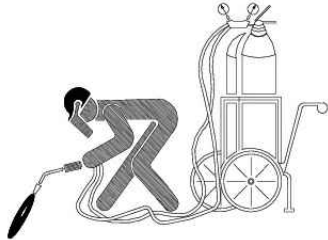


-EVITAR LA EXPOSICION A RADIACIONES DE CUALQUIER OPERARIO QUE NO DISPONGA DE LAS ADECUADAS PROTECCIONES.

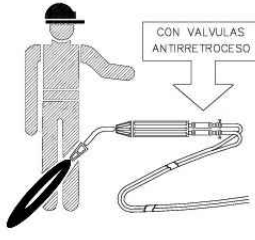


-LA ALIMENTACION SE REALIZARA MEDIANTE CONEXION A TRAVES DEL CUADRO ELECTRICO GENERAL Y SUS PROTECCIONES.
-LOS CABLES SERAN DE IGUAL SECCION.
-GRUPO CONECTADO A TOMA DE TIERRA.
-UTILIZAR MANGUERAS EN BUEN ESTADO.
-REVISE EL EQUIPO.

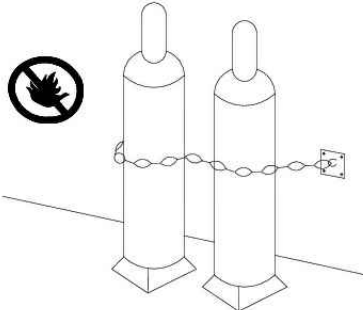
SOLDADURA OXIACETILENICA Y OXICORTE



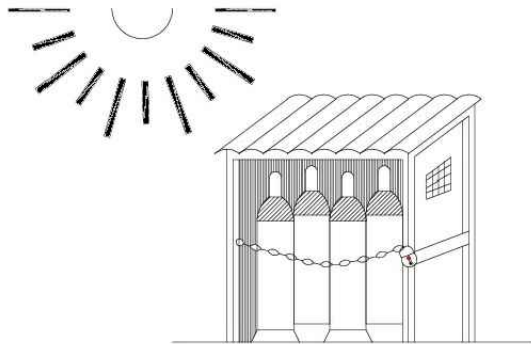
- LAS BOTELLAS DE ACETILENO Y OXIGENO SIEMPRE SE UTILIZARAN EN POSICION VERTICAL.
- SE ASEGURARAN CONTRA CAIDAS Y GOLPES.



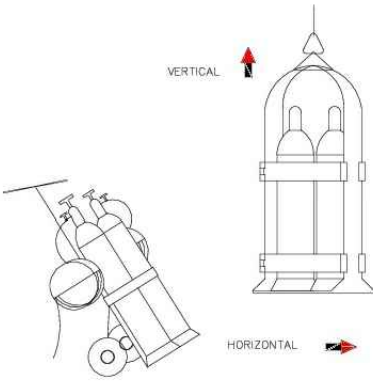
- PARA EVITAR RETROCESOS, ES PRECISO QUE EL EQUIPO VAYA PROVISTO DE VALVULAS ANTIRRETROCESO DE LLAMAS.



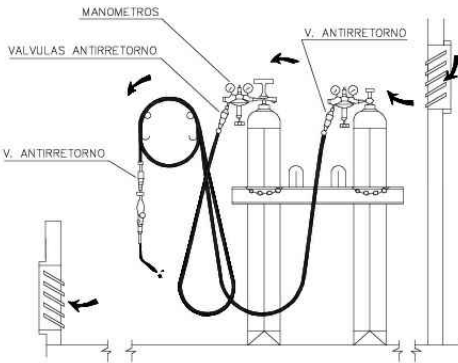
- NO EXISTIRAN EN LAS PROXIMIDADES DE LAS BOTELLAS, MATERIALES INFLAMABLES, NI FRENTE DE CALOR.



ALMACEN



TRANSPORTE



-ALMACENAR LAS BOTELLAS EN POSICION VERTICAL, EN UN LOCAL VENTILADO Y NO EXPUESTAS AL SOL.
-VIGILE LA POSIBLE EXISTENCIA DE FUGAS EN MANGUERAS Y GRIFOS.
-LAS MANGUERAS SE RECOGERAN EN CARRETES CIRCULARES.
-LOS MECHEROS IRAN PROVISTOS DE VALVULAS ANTIRRETORNO.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:

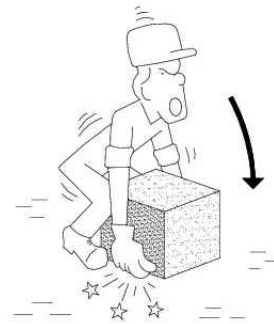
7

Escala:

s/e

Nº hoja:

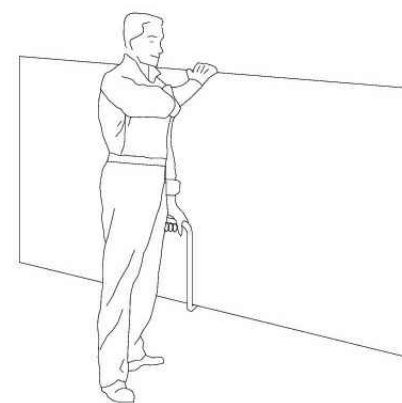
FORMA DE CARGA MANUAL



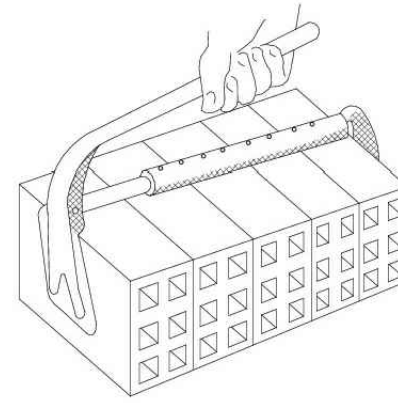
INCORRECTO



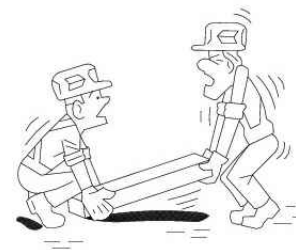
CORRECTO



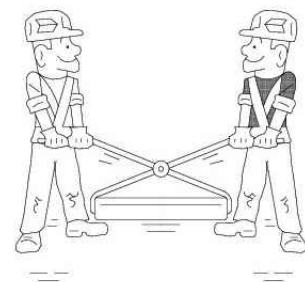
TRANSPORTE DE PLACAS



PINZA PARA LADRILLOS

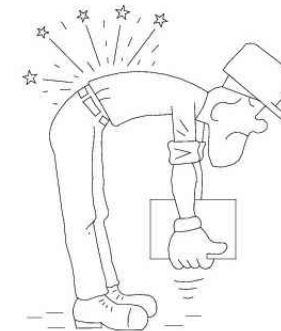


INCORRECTO



CORRECTO

MANIPULACION DE ELEMENTOS EN LA OBRA



INCORRECTO



CORRECTO



INCORRECTO



CORRECTO



IZADO CORRECTO DE SACOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Emilio Ángel Serantes Carro

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:

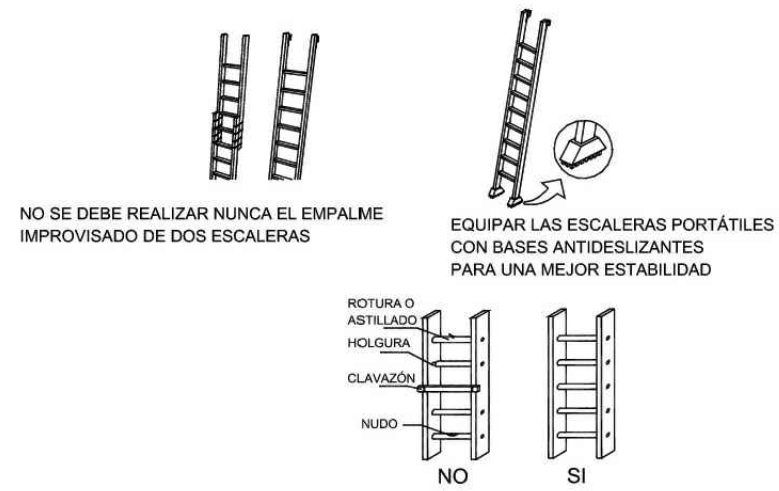
8

Escala:

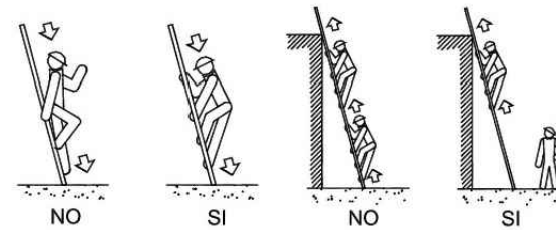
s/e

Nº hoja:

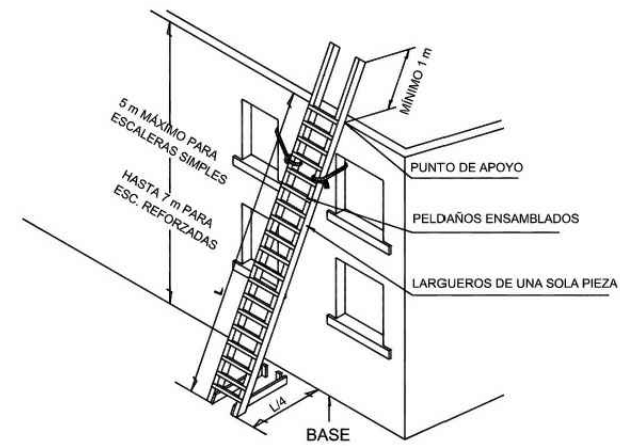
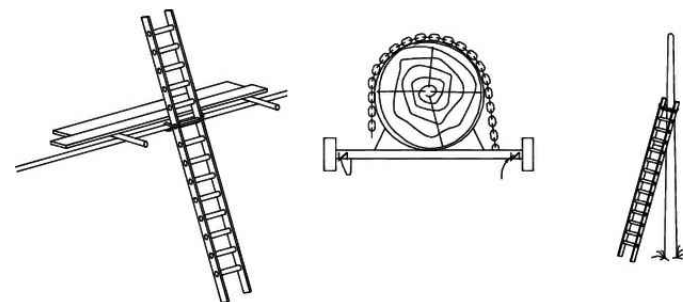
ASPECTOS GENERALES



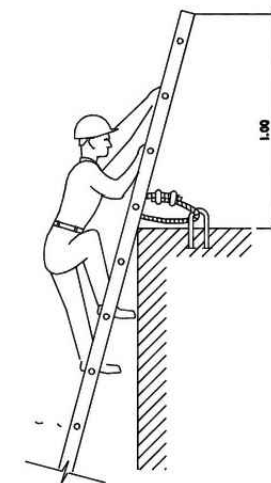
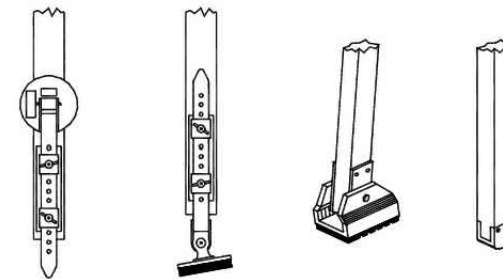
UTILIZACIÓN DE LAS ESCALERAS



SUJECCIÓN EN LA PARTE SUPERIOR



MECANISMOS ANTIDESLIZANTES



AFIANZAMIENTO SÓLIDO DE ESCALERAS DE MANO SOBREPASARÁN AL MENOS 1 M EL LUGAR A DONDE SE QUIERE LLEGAR

ESCALERAS DE MANO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

Emilio Ángel Serantes Carro

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

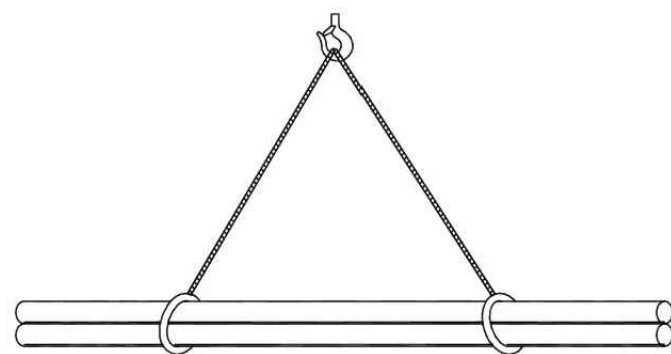
Nº plano:

9

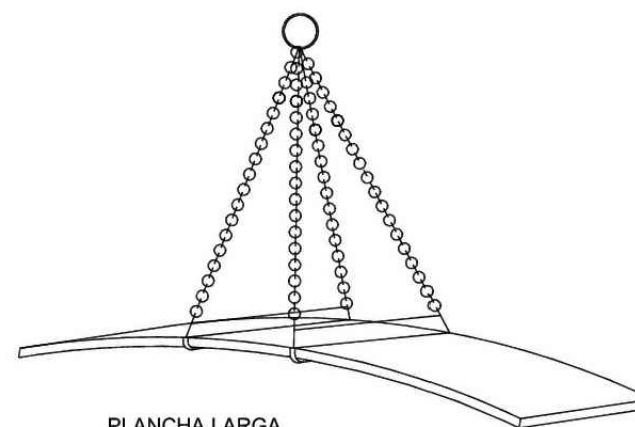
Escala:

s/e

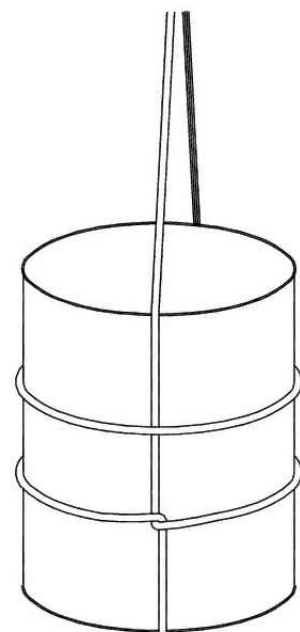
Nº hoja:



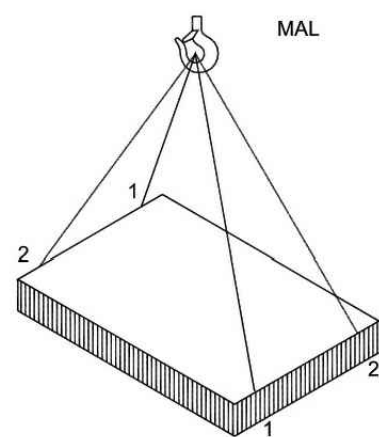
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



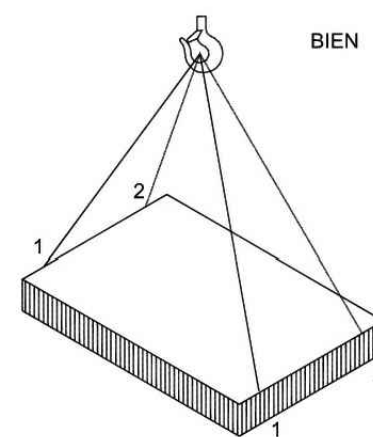
PLANCHA LARGA



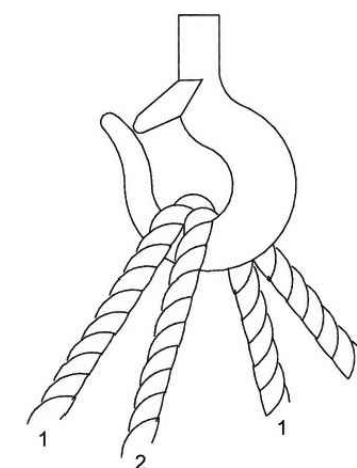
AMARRE DE BIDONES



MAL



BIEN



CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:
10

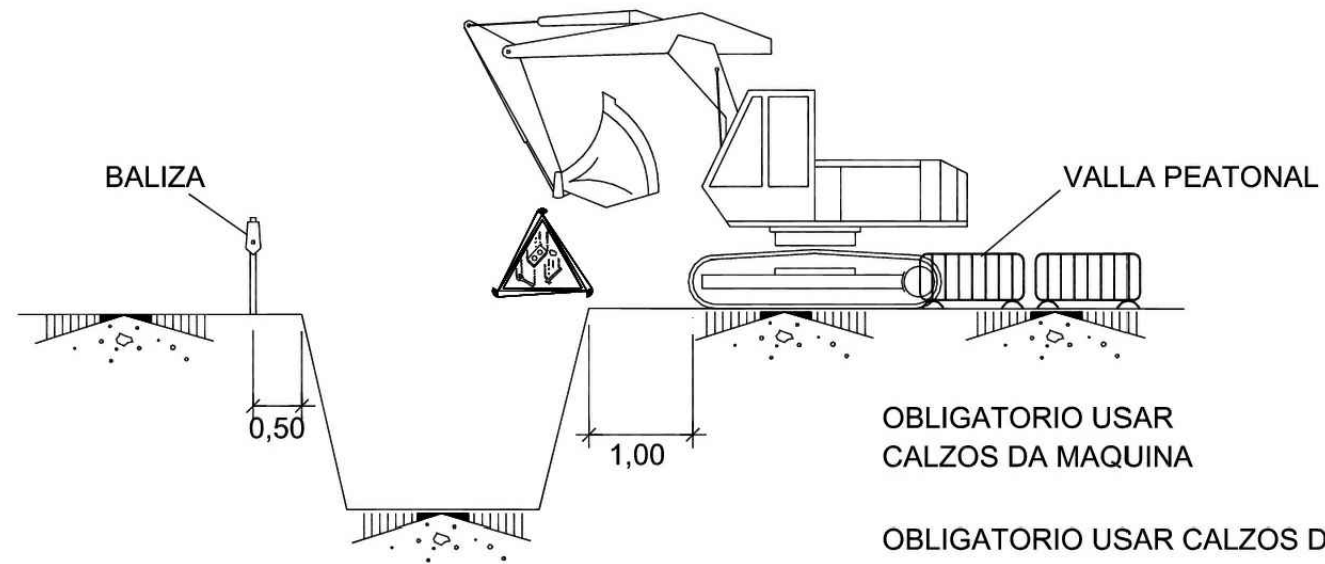
Nº hoja:

Escala:

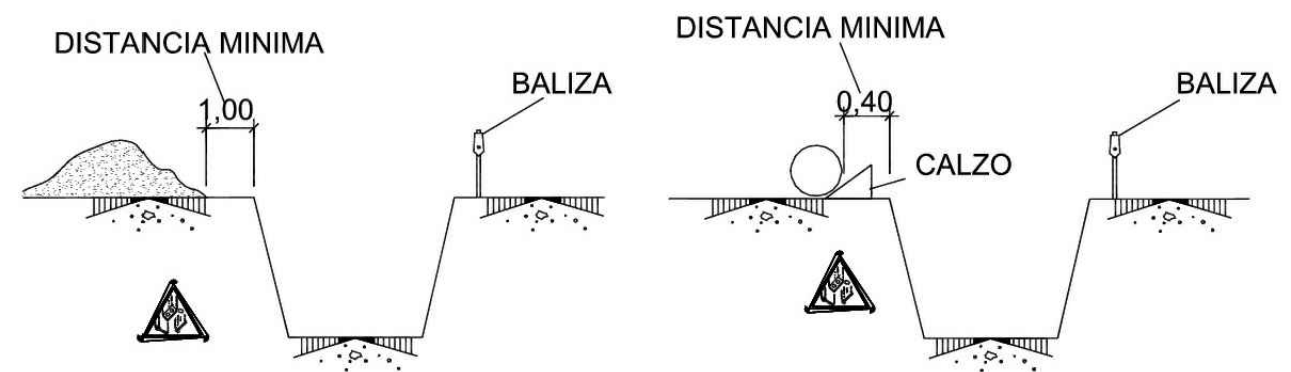
s/e

EXCAVACIÓN DE ZANJAS. ACOPIOS

EXCAVACIÓN



ACOPIOS



Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:

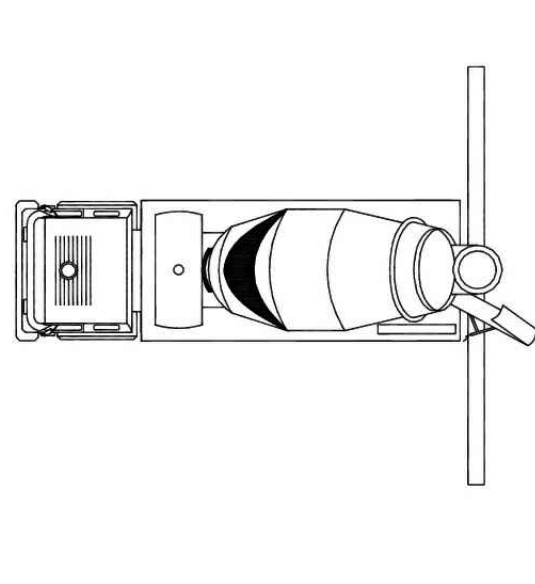
11

Nº hoja:

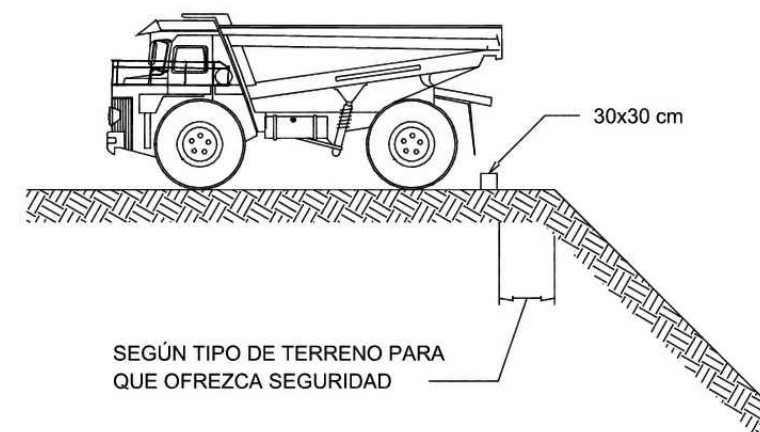
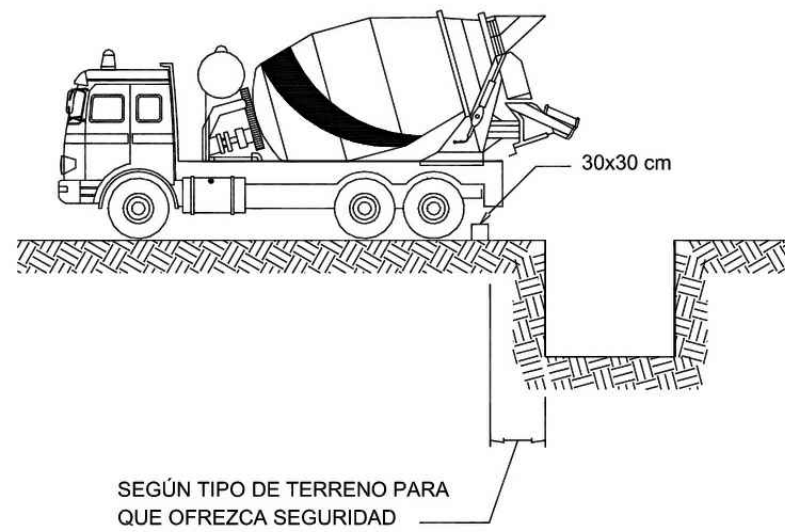
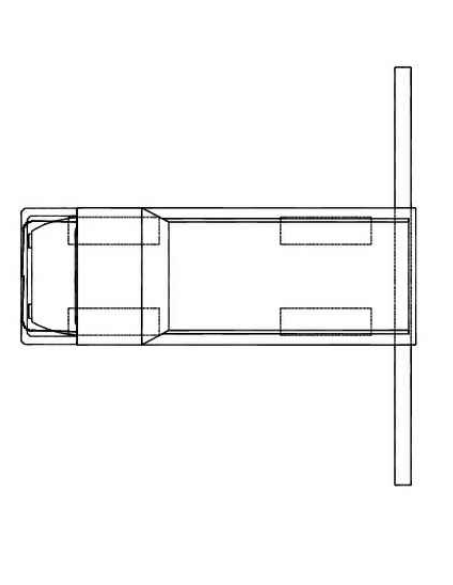
Escala:

s/e

TOPE DE RETROCESO DEL VERTIDO DE HORMIGÓN



TOPE DE RETROCESO DEL VERTIDO DE TIERRAS



Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

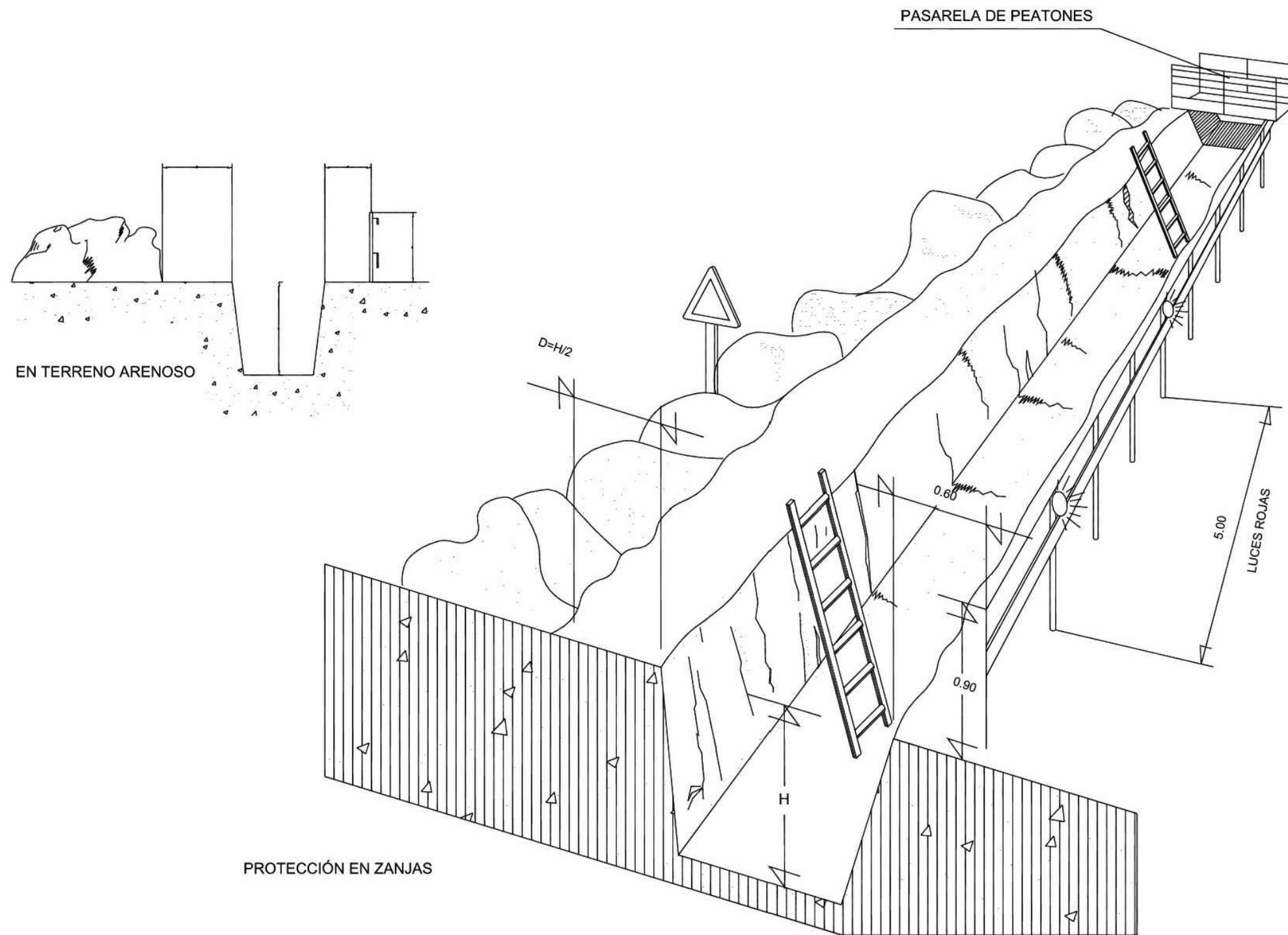
Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:
12

Nº hoja:

Escala:

s/e



Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

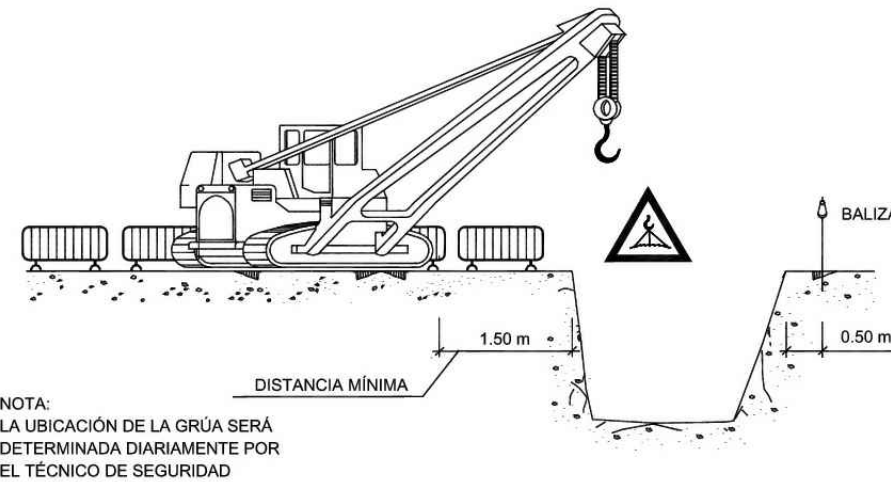
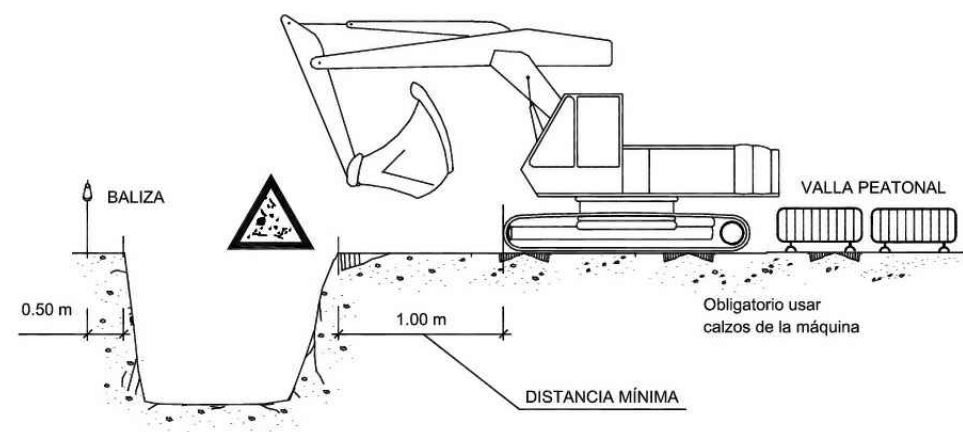
Nº plano:
13

Nº hoja:

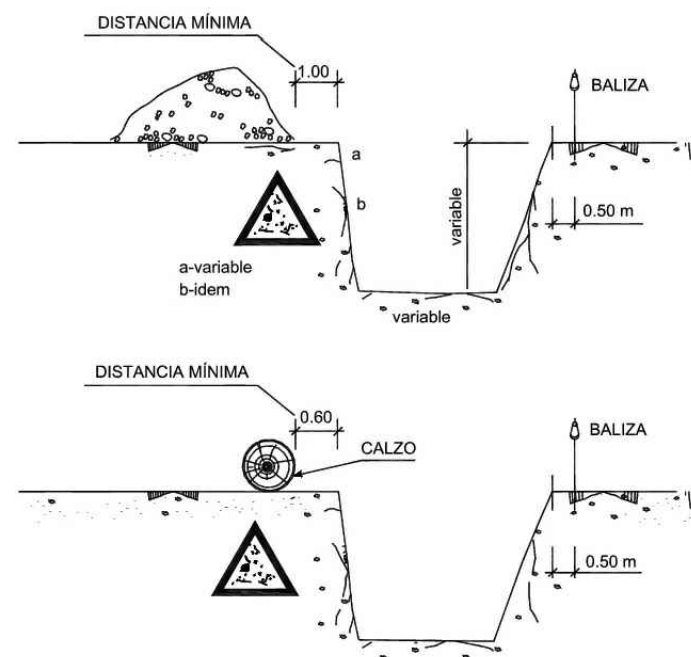
Escala:

s/e

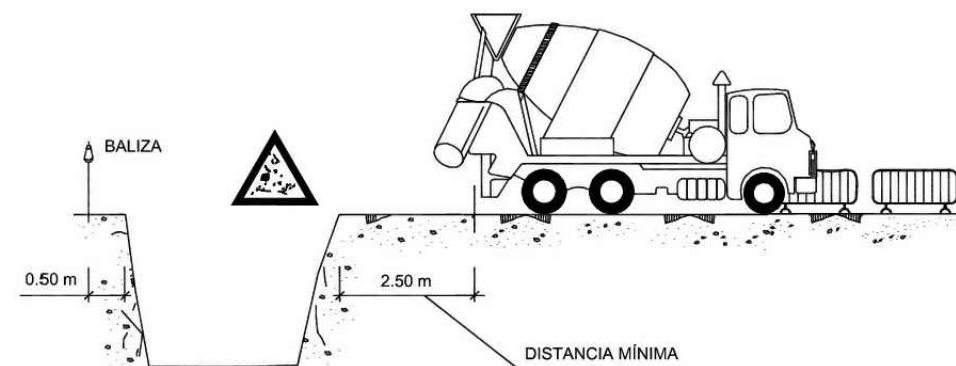
EXCAVACIÓN



ACOPIOS



ELEMENTOS VIBRATORIOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

[Firma]

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:

14

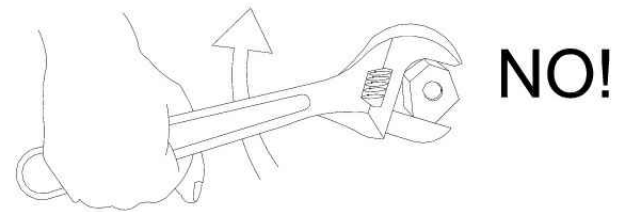
Nº hoja:

Escala:

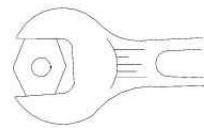
s/e

**REVISAR Y UTILIZAR
CORRECTAMENTE LAS HERRAMIENTAS**

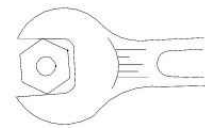
CONO DE SEGURIDAD



NO!



BIEN



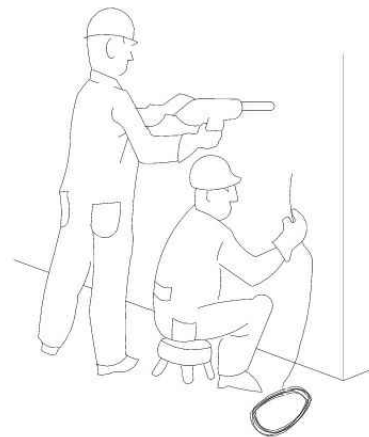
MAL



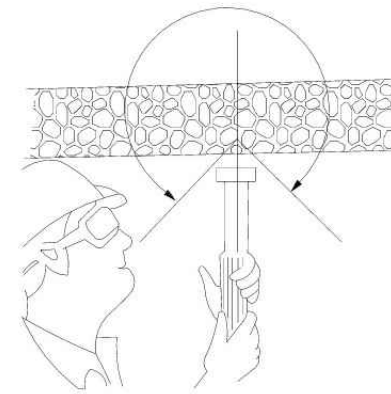
MAL



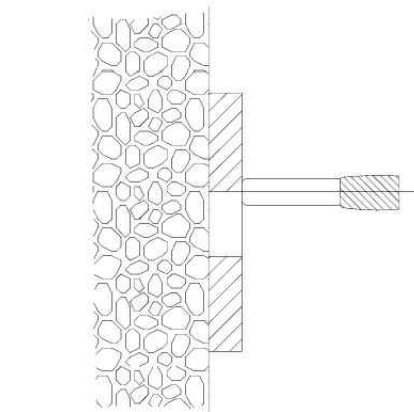
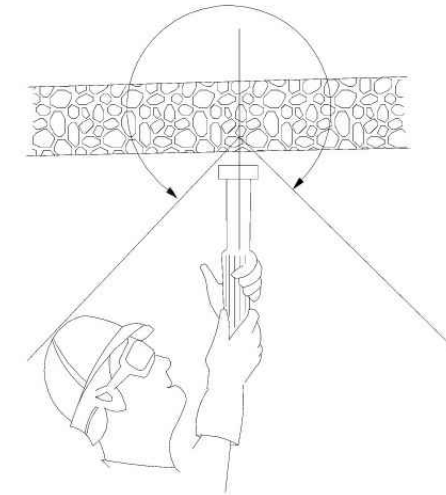
BIEN



PELIGROSO



CONO DE SEGURIDAD



**PELIGRO DE TIRO A TRAVÉS
DE AGUJERO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

**Emilio Ángel
Serantes Carro**

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

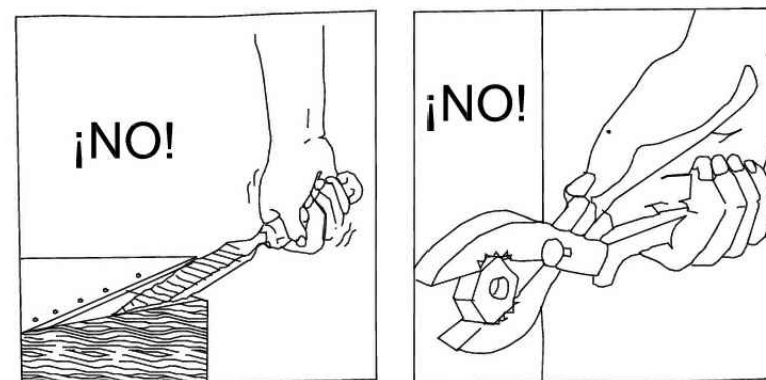
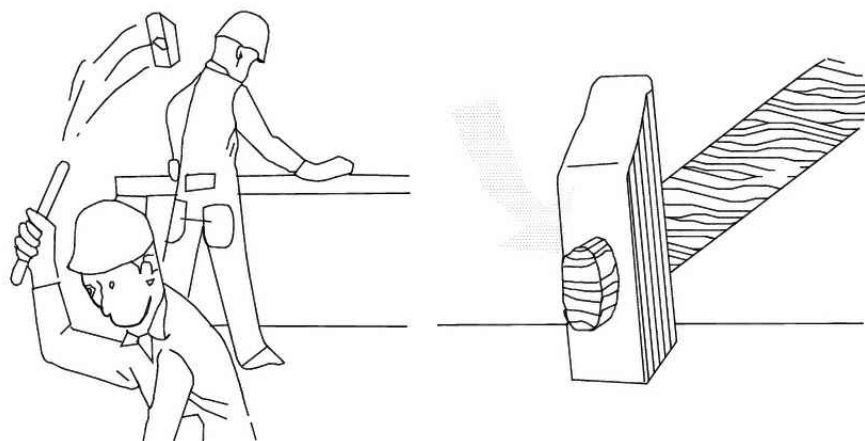
Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:
15

Nº hoja:

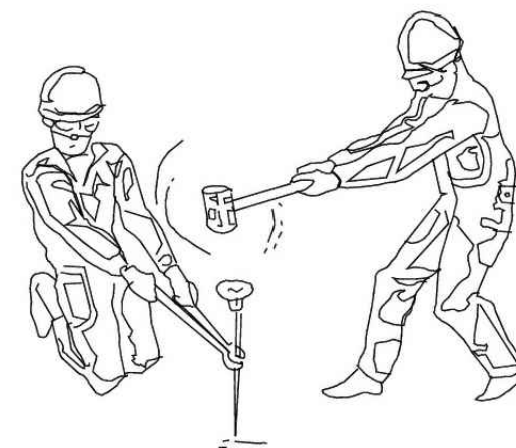
Escala:

s/e



¡ ATENCIÓN !

REVISAR Y UTILIZAR CORRECTAMENTE LAS HERRAMIENTAS



REVISAR Y UTILIZAR CORRECTAMENTE LAS HERRAMIENTAS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Disposiciones de seguridad

Nº plano:
16

Nº hoja:

Escala:

s/e

SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



SEÑALES DE PROHIBICIÓN



SEÑALES DE USO OBLIGATORIO



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
Emilio Ángel
Serantes Carro

Firma:

Fecha:
Junio 2017

Título del plano:
Seguridad y Salud. Señalización

Nº plano:
18
Nº hoja:

Escala:
s/e

SEÑALES DE RIESGOS DIVERSOS



SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

Fecha:
Junio 2017

Título del plano:
Seguridad y Salud. Señalización

Nº plano:
19

Escala:
s/e

SEÑALES DE MANDO DE GRUA



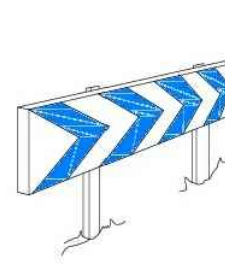
PEQUEÑOS DESPLAZAMIENTOS

VERTICALES HORIZONTALES

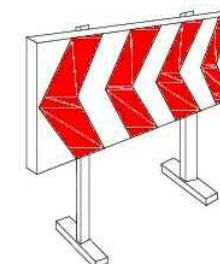


Una mano queda fija. El movimiento de la otra, indica el sentido de desplazamiento y el curso necesario.

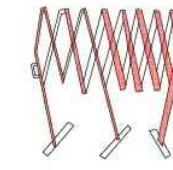
ELEMENTOS AUXILIARES DE SEÑALIZACION



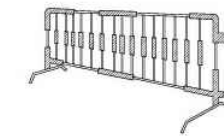
PANELES DIRECCIONALES PARA CURVAS



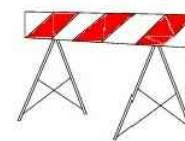
PANELES DIRECCIONALES PARA OBRAS



VALLA EXTENSIBLE



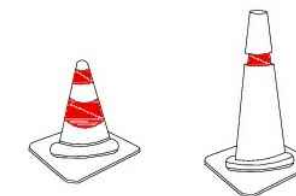
VALLA DE CONTENCION DE PEATONES



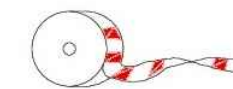
VALLA DE OBRA MODELO 2



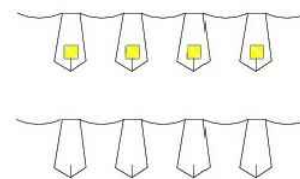
VALLA DE OBRA MODELO 1



CONOS



CINTA DE BALIZAMIENTO



CORDON BALIZAMIENTO



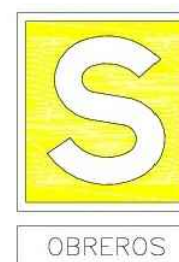
CORDON DE BALIZAMIENTO NORMAL Y REFLEXIVO



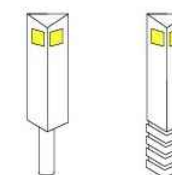
HITO LUMINOSO



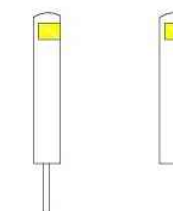
LAMPARA AUTONOMA FIJA INTERMITENTE



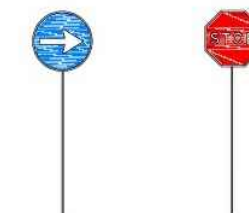
CONTIENE LA LEYENDA INDICADA DE OBRA EN VIA



HITOS CAPTAFAROS PARA LA SEÑALIZACION LATERAL DE AUTOPISTAS EN POLIETILENO



HITOS DE PVC



PALETAS MANUALES DE SEÑALIZACION



Proyecto:
Parque eólico en Pantín

Autor:
Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

Fecha:
Junio 2017

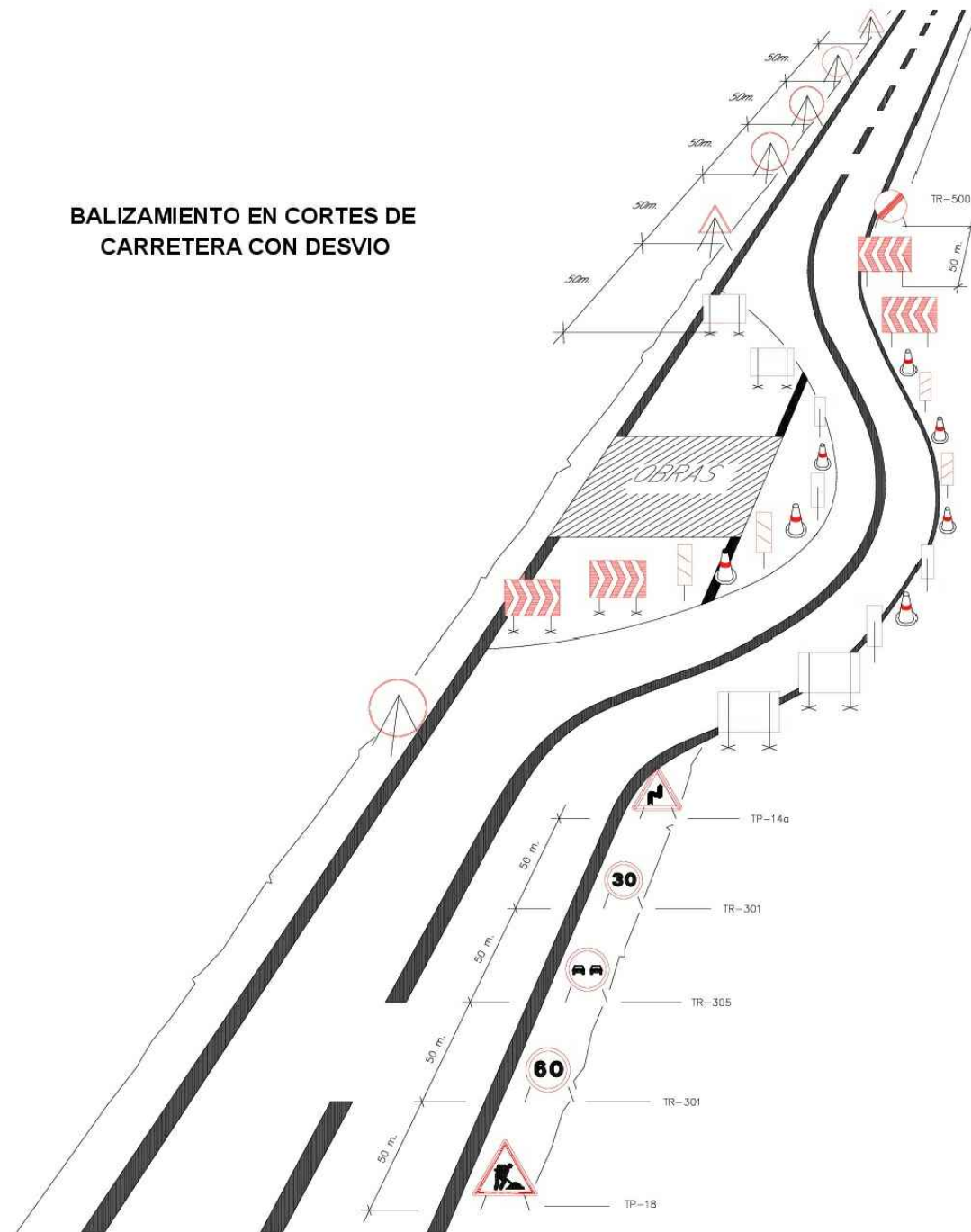
Título del plano:
Seguridad y Salud. Señalización

Nº plano:
20

Escala:

s/e

BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVIO

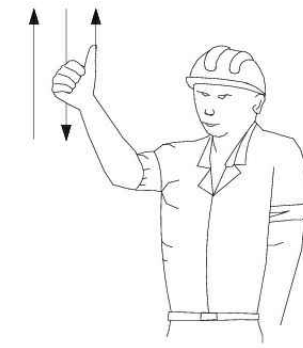


CODIGO DE SENALES DE MANIOBRAS

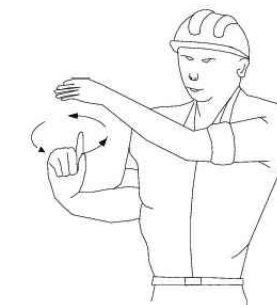
1.- Levantar la carga



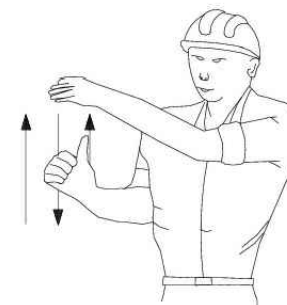
2.- Levantar el aguilón o pluma



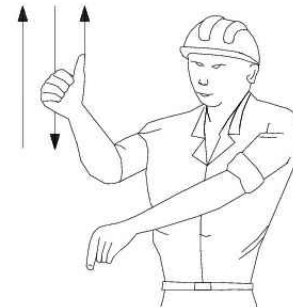
3.- Levantar la carga lentamente



4.- Levantar el aguilón o pluma lentamente



5.- Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



6.- Bajar la carga



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto:

Parque eólico en Pantín

Autor:

Emilio Ángel Serantes Carro

Firma:

[Firma manuscrita]

Fecha:

Junio 2017

Título del plano:

Seguridad y Salud. Señalización

Nº plano:

21

Escala:

s/e

Nº hoja:



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO



ÍNDICE

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTE PLIEGO	1
2. NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS AGRUPADAS	1
2.1 Generales	1
2.2 Equipos de Trabajo	2
2.3 Agentes Químicos	2
2.4 Sustancias peligrosas.....	2
2.5 Aparatos a Presión	2
2.6 Aparatos Elevadores	3
2.7 Construcción	3
2.8 Electricidad	3
2.9 Lugares de Trabajo	3
2.10 Enfermedades Profesionales	4
2.11 Manipulación Manual de Cargas	4
2.12 Máquinas.....	4
2.13 Pantallas de Visualización de Datos	4
2.14 Señalización	4
2.15 Ruido	4
2.16 Vibraciones.....	4
2.17 Protecciones Personales	4
2.18 Notificación de Accidentes.....	5
3. OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA.....	5

4. SERVICIOS DE PREVENCIÓN	6
5. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES	7
6. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	7
7. CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.....	7
8. CONDICIONES DE LA MAQUINARIA	9
8.1. Recepción de la maquinaria en la obra	10
8.2. Normas de acción preventiva para la maquinaria	10
8.3. Normas acción preventiva para los maquinistas	10
9. SEGUIMIENTO Y CONTROL	12
9.1. Seguimiento	12
9.1.1 Instalaciones médicas.....	12
9.1.2 Protecciones personales.	12
9.1.3 Protecciones colectivas.....	12
9.1.4 Instalaciones del personal.	12
9.1.5 Investigación de accidentes.	12
9.2. Control.....	12
10. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	13
11. LIBRO DE INCIDENCIAS	13
12. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	13



1. ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTE PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones Particulares forma parte del Estudio de Seguridad y Salud del proyecto "Parque eólico en Pantín".

Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este Pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición, según corresponda. En estas circunstancias, el contenido normativo de este Pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la Memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

2. NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS AGRUPADAS

Todo el cuerpo legislativo en vigor es de obligado cumplimiento ya esté numerado en este Pliego o no:

2.1 Generales

- Real Decreto 337/2010, de 19 de Marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios e Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de Agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de

seguridad y salud en obras de construcción.

- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. Modifica a la ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de Agosto, por el que desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. Modifica al Real Decreto 1627/1997 en el apartado 4 del artículo 13 y al apartado 2 del artículo 18.
- Resolución de 1 de agosto, de la Dirección General de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y publica el IV Convenio Colectivo General del sector de la Construcción.
- Ley 20/2007, de 11 de Julio, del Estatuto del trabajo autónomo.
- Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 171/2004. de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley 12/2001 de 9 de Julio, del Estatuto de los trabajadores.
- Instrucción de 26 de Febrero de 1996 de la Secretaria de Estado para la Administración Pública, para la ampliación de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales de la Administración del Estado.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de Noviembre de 1995.
- Modificación de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales



en sus Artículos 45, 47, 48 y 49 según el Artículo 36 de la Ley 50/1998, de 30 de Diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

- Real Decreto 1561/1995 de 21 de Septiembre. Jornadas Especiales de Trabajo. BOE de 26 de Septiembre.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de Marzo. Texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. BOE de 29 de Marzo.
- Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9/3/71. BOE 16/3/71), excepto Títulos I y II, así como los capítulos I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII y XIII del Título I.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. O.M. 31 de enero de 1940. BOE de 3 de Febrero de 1940, en vigor capítulo VII.

2.2 Equipos de Trabajo

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de Noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1215/1997 (BOE 188 de 7 de Agosto). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

2.3 Agentes Químicos

- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. (BOE nº 104 de 1 de mayo).

2.4 Sustancias peligrosas

- Real Decreto 717/2010, de 28 de Mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados

peligrosos.

- Orden PRE/1648/2007, de 7 de junio, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero
- Orden PRE/164/2007, de 29 de Enero, por la que se modifican los anexos II, III y V del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de Febrero.
- Real Decreto 1114/2006, de 29 de Septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- ORDEN PRE/2744/2006, de 5 de Septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (hidrocarburos aromáticos policíclicos en aceites diluyentes y en neumáticos).
- ORDEN PRE/1244/2006, de 20 de Abril, por la que se modifican los anexos I y V del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- ORDEN PRE/3/2006, de 12 de Enero, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- R.D. 255/2003, de 28 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos..

2.5 Aparatos a Presión

- Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de Noviembre. Modifica determinados Artículos del Real Decreto 1244/1979. BOE de 28 de Noviembre de 1990 y de 24 de Enero de 1991.



- Real Decreto 507/1982, de 15 de Enero de 1982, por el que se modifica el Reglamento de aparatos a presión aprobado por Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril.
- Real Decreto 1244/1979, de 26 de Mayo. Reglamento de aparatos a presión. BOE de 29 de Mayo. (Instrucciones técnicas complementarias).
- Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos a presión.

2.6 Aparatos Elevadores

- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas
- Real Decreto 1314/1997, de 1 de Agosto, por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de elevación y manutención aprobado por el R.D. 2291/1985 de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 474/1988 de 30 de Marzo. Disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico. BOE de 20 de Mayo.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre de. Reglamento de aparatos de elevación y de manutención. BOE de 11 de Diciembre (Instrucciones Técnicas Complementarias)
- Orden de 7 Marzo de 1981 modifica el artículo 65 del Reglamento de aparatos elevadores.

2.7 Construcción

- Orden TIN/1071/2010, de 27 de Abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Orden FOM/3818/2007, de 10 de Diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden de 29 de Abril de 1999 por la que se modifica la "Orden de 6 de Mayo de 1988

sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo".

- Resolución de 8 de Abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Orden de aprobación del Modelo del libro de incidencias en las obras de construcción. O.M. 12 de Enero de 1998. DOGC 2565 de 27 de Enero de 1998.
- Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre (BOE 256 del 25 de Octubre) "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción".
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Construcción (O.M. 20/5/52. BOE 15/6/52).
- Resolución circular Nº3/2006 sobre medidas a adoptar en materia de seguridad en el uso de instalaciones y medios auxiliares de obra.

2.8 Electricidad

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. BOE de 1 de Diciembre. (Instrucciones Técnicas Complementarias).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre Disposiciones Mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.

2.9 Lugares de Trabajo

- Ley 50/1998 de 30 de Diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (Art. 36) que modifica el Real Decreto 31/95.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE de 23 de Abril.



2.10 Enfermedades Profesionales

- ORDEN TAS/1/2007, de 2 de enero, por la que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, se dictan normas para su elaboración y transmisión y se crea el correspondiente fichero de datos personales.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

2.11 Manipulación Manual de Cargas

- Real Decreto 487/97 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la Manipulación de Cargas, que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE nº 97, de 23 de Abril.

2.12 Máquinas

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Orden del 8 de Abril de 1991 (BOE nº 87 de 11 de Abril) "por lo que se aprueba la instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usadas".
- Real Decreto de 1495/1986 de 26 de Mayo (BOE nº 173 del 21 de Julio) por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.

2.13 Pantallas de Visualización de Datos

- Real Decreto 488/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE de 23 de Abril.

2.14 Señalización

- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Norma 8.3.-IC, Señalización de obras en carreteras, de 31 de Agosto de 1987.

2.15 Ruido

- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido. (BOE de 18 de Noviembre de 2003).
- Real Decreto 212/2002, de 22 de Febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

2.16 Vibraciones

- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

2.17 Protecciones Personales

- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual. (BOE nº 140, de 12 de Junio).
- Real Decreto 159/1995 de 3 de Febrero. Modifica el Real Decreto 1407/192. BOE de 8 de Marzo.
- Orden del 16 de Mayo de 1994. Modifica el período transitorio establecido por el Real Decreto 1407/1992, BOE del 1 de Junio.



2.18 Notificación de Accidentes

- TAS/2926/2002, de 19 de Diciembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- Resolución de 26 de Noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.
- Establecimiento de Modelos de Notificación de Accidentes de Trabajo. O.M. 16 de Diciembre de 1987. BOE 29 de Diciembre de 1987

3. OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el REAL DECRETO 39/1997, de los Servicios de Prevención, y en el REAL DECRETO 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde al Promotor la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva, que se recogen en el artículo 15 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo y controlar su cumplimiento.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado REAL DECRETO 1627/1997.

En el Plan de Seguridad y Salud se deberán analizar, estudiar, desarrollar y complementar las previsiones contenidas en el Estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

La forma de llevar a cabo la presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos se determinará en el Plan de Seguridad y Salud de conformidad con lo establecido en el REAL DECRETO 604/2006.

El contratista tendrá la obligación de comunicar a su personal, subcontratistas, proveedores y transportistas los correspondientes itinerarios de vehículos, así como la obligación de respetar en cualquier caso la señalización óptica o acústica.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud.

A mayores, en el Plan de Seguridad y Salud se detallarán aspectos en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.

Será necesaria, por tanto, la elaboración por parte del contratista de un Plan de Prevención y extinción de incendios contenido en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre previa aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u organismos con



responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

A tal efecto, el plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este Estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario. En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artículo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este Estudio o en el Plan de Seguridad y Salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el Plan de Seguridad y Salud o en documentos jurídicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra y, de manera particular, aquéllos que se refieran a incumplimientos de dicho Plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

4. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

La empresa adjudicataria vendrá obligada a disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el REAL DECRETO 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos, en cualquier caso debidamente

acreditados ante la Autoridad laboral competente, o, en supuestos de menores plantillas, mediante la designación de un trabajador (con plantillas inferiores a los 50 trabajadores) o de dos trabajadores (para plantillas de 51 a 250 trabajadores), adecuadamente formados y acreditados a nivel básico, según se establece en el mencionado REAL DECRETO 39/1997.

La empresa contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de sus obligaciones preventivas en la obra, plasmada en el Plan de Seguridad y Salud, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la construcción. Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación específica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado REAL DECRETO 39/1997, así como titulación académica y desempeño profesional previo adecuado y aceptado por el coordinador en materia de seguridad y salud, a propuesta expresa del jefe de obra.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del contratista para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Así mismo, cuando se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne la vigilancia deberán poner tales circunstancias en conocimiento del contratista, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 del REAL DECRETO 604/2006.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.



El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrán a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.

5. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES

Los vestuarios, comedores, servicios higiénicos, lavabos y duchas a disponer en la obra quedarán definidos en el Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con las normas específicas de aplicación y, específicamente, con los apartados 15 a 18 de la Parte A del REAL DECRETO 1627/1.997, citado. En cualquier caso, se dispondrá de un inodoro cada 25 trabajadores, utilizable por éstos y situado a menos de 50 metros de los lugares de trabajo; de un lavabo por cada 10 trabajadores y de una taquilla o lugar adecuado para dejar la ropa y efectos personales por trabajador. Se dispondrá asimismo en la obra de agua potable en cantidad suficiente y adecuadas condiciones de utilización por parte de los trabajadores.

Se dispondrá siempre de un botiquín, ubicado en un local de obra, en adecuadas condiciones de conservación y contenido y de fácil acceso, señalizado y con indicación de los teléfonos de urgencias a utilizar. Existirá al menos un trabajador formado en la prestación de primeros auxilios en la obra.

Todas las instalaciones y servicios a disponer en la obra vendrán definidos concretamente en el Plan de seguridad y salud y en lo previsto en el presente estudio, debiendo contar, en todo caso, con la conservación y limpieza precisos para su adecuada utilización por parte de los trabajadores, para lo que el jefe de obra designará personal específico en tales funciones.

El coste de instalación y mantenimiento de los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores correrá a cargo del contratista, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra.

6. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya

adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuestación específica.

Sin perjuicio de lo anterior, figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los costes de los equipos de protección individual que deban ser usados en la obra por el personal técnico, de supervisión y control o de cualquier otro tipo, incluidos los visitantes, cuya presencia en la obra puede ser prevista. En consecuencia estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que se utilicen efectivamente en la obra.

7. CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que está previsto aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.



Así, las **vallas autónomas** de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 100 cm y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Las **redes perimetrales de seguridad** con pescantes de tipo horca serán de poliamida con cuerda de seguridad con diámetro no menor de 10 mm y con cuerda de unión de módulos de red con diámetro de 3 mm o mayor. Los pescantes metálicos estarán separados, como máximo, en 4,50 m y estarán sujetos al forjado o tablero hormigonado, mientras que el extremo inferior de la red estará anclado a horquillas o enganches de acero embebidos en el propio forjado, excepto en estructuras de edificación, en que tales enganches se realizarán en el forjado de trabajo.

Las **redes verticales de protección** que deban utilizarse en bordes de estructuras, en voladizos o cierres de accesos se anclarán al forjado o tablero realizado o a los bordes de los huecos que se dispongan.

Las **redes de bandeja o recogida** se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros.

Las **barandillas** de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg/m, como mínimo.

Los **cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes** tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las **pasarelas y plataformas de trabajo** tendrán anchos mínimos de 60 cm y, cuando se sitúen a más de 2,00 m del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 100 cm de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las **escaleras de mano** estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las **tomas de tierra** no será superior a aquella que garantice una tensión máxima de 24 V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del **interruptor diferencial**, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo **cuadro eléctrico general**, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los *cuadros de distribución* deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los **elementos eléctricos**, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán *interruptores*, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente. Los *tableros portantes de bases de enchufe* de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las **lámparas eléctricas portátiles** tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las **máquinas eléctricas** dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los **extintores** de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la **señalización** de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquella que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto



que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.3IC de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica. Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores que trabajen en la intermediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de éste en las zonas de trabajo.

Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes sistemas de protección colectiva y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, construcción, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección colectiva utilizados en la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuestación específica.

Sin perjuicio de lo anterior, en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud figuran los sistemas de protección colectiva que deberán ser dispuestos para su aplicación en el conjunto de actividades y movimientos en la obra o en un conjunto de tajos de la misma, sin aplicación estricta a una determinada unidad de obra. En consecuencia, estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que sean dispuestos efectivamente en la obra.

8. CONDICIONES DE LA MAQUINARIA

En base a la directiva comunitaria 89/392/CEE se aprueba el RD 1435/92 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de dicha directiva para la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

Dentro de este REAL DECRETO se establecen las condiciones de comercialización de las máquinas contempladas en su ámbito de aplicación, los procedimientos y los requisitos que en materia de seguridad y salud han de cumplir.

Dentro de las características en materia de seguridad que deben cumplir se destacan las siguientes en maquinaria dotada de movilidad:

- Dispositivo de alumbrado acorde con el trabajo que se vaya a realizar.
- Puesto de conducción diseñado teniendo en cuenta los principios de ergonomía
- Deberá cumplir los requisitos de desaceleración, frenada, paro e inmovilización que garanticen la seguridad en todas las condiciones previstas por el fabricante.
- Estructura de protección contra vuelco (ROPS) para todas las máquinas con peligro de vuelco y en especial máquinas de explanación con potencia superior a 15 kW.
- Estructura de protección contra caída de objetos (FOPS).
- Protección de elementos móviles mediante carcasas.
- Provisión de extintores cuando se prevea peligro de incendio.
- Señalización acústica y luminosa para operaciones de retroceso, advertencia, etc.
- Manual de instrucciones.

Los vehículos de transporte de mercancías de peso superior a 12 Tm contarán con limitadores de velocidad y tacógrafos y estarán dispuestos a la normativa específica que los regula.

Las máquinas a emplear en obra deberán disponer de avisadores ópticos activos durante su funcionamiento y avisadores acústicos activos durante los recorridos de marcha atrás.

Para certificar la conformidad de las máquinas el fabricante o su representante deberá elaborar para cada máquina fabricada, una declaración de conformidad <<CE>> y colocará en la máquina la marca <<CE>> de acuerdo con las características que el REAL DECRETO recoge en el anexo III.

La realización de un examen <<CE>> de tipo previo a la comercialización recogerá el contenido reflejado en la ficha adjunta.

A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de



seguridad para los operadores.

8.1.- Recepción de la maquinaria en la obra

A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar su carpeta de documentación con los permisos necesarios; además, incluirá las normas de seguridad para los operadores.

A su llegada a la obra, cada máquina irá dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

Cada maquinista deberá poseer la formación adecuada para que el manejo de la máquina se realice de forma segura y, en caso contrario, será sustituido o formado adecuadamente.

La maquinaria a emplear en la obra irá provista de cabinas antivuelco y antiimpacto.

Las cabinas no presentarán deformaciones como consecuencia de haber sufrido algún vuelco.

La maquinaria irá dotada de luces y bocina o sirena de retroceso, todas ellas en correcto estado de funcionamiento.

8.2.- Normas de acción preventiva para la maquinaria

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.
- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor a 1,5 veces la separación entre ejes, ni menor a 6 m.
- El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de vehículos y máquinas será de 4,5 m, ensanchándose en las curvas y sus pendientes.
- No serán mayores del 12% y 8% respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvos. En cualquier caso se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Se acotará la zona de actuación de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás y el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

- Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde taluzado se dispondrán topes de seguridad comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.
- Antes de iniciar el trabajo se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y, antes de abandonarlos, el bloqueo de seguridad.

8.3.- Normas acción preventiva para los maquinistas

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitando lesiones por caída.
- No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas, rodillos o guardabarros; evitará accidentes por caída.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal asiéndose con ambas manos; es más seguro.
- No salte nunca directamente al suelo, si no es peligro inminente para usted.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento; puede sufrir lesiones.
- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina; pueden provocar accidentes y lesiones.
- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárelo primero y después reinicie el trabajo.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- No guarde combustible ni trapos grasientos sobre la máquina que pueda producir incendios.
- Antes de iniciar cada turno compruebe mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.



- Usará en todo momento la ropa de trabajo y el calzado de seguridad asignado.
- Usará el casco y demás equipo asignado cuando realice tareas de ayuda en el mantenimiento o reparación de los equipos y en los lugares señalados en la planta, obra o fábrica.
- Cumplirá todas las normas de seguridad especificadas por el fabricante de la máquina con la que trabaje.
- Mantendrá el interior de la cabina en perfecto estado de orden y limpieza.
- Observará los planes de prevención de los lugares donde trabaje, plantas, obras, fábricas, etc.

INSTRUCCIONES GENERALES

ARRANQUE

- Revisión previa arranque
- Alejar al personal de la máquina y alrededores.
- Quitar obstáculos que impidan a la máquina moverse con libertad así como zanjas o cables eléctricos.
- Verificar los elementos básicos de seguridad del camión (luces, alarma, marcha atrás, faros, dirección, ruedas, claxon, cuadro de mando).
- Verificar acelerador de la máquina.
- Comprobar frenos de servicio y emergencia
- Acceder al camión correctamente.
- Arrancar en áreas despejadas.
- Colocar la palanca de cambio en neutro.
- Ajustar asiento y volante si lo permite.

TRABAJO

- Hacer uso de las señales de advertencia existentes en la obra

- No exceder de la velocidad establecida en las obras; en su defecto esta no será superior a 20 Km/h.
- No transportar personas ajenas.
- Prestar atención a ruidos desusados.
- Antes de un trabajo poco corriente, comprobar si la máquina puede hacerlo.
- No sobrepasar la capacidad de trabajo establecida por el fabricante de la máquina
- Observar con frecuencia todos los instrumentos de medida y control de la máquina.
- Extremar las precauciones en las rampas para evitar vuelcos.
- Mantenerse a distancia segura de los bordes de las rampas.
- Observar las medidas preventivas.

PARADA

- Estacionar en terreno llano.
- Dejar el equipo bajado.
- Colocar la palanca de cambio en neutro.
- Colocar el freno de aparcamiento.
- Estrangular o parar el motor.
- Controles en fijo después de moverlos.
- Descender de la máquina correctamente.
- Realizar los drenajes que sean necesarios y que vienen indicados por el fabricante.

9.- SEGUIMIENTO Y CONTROL

9.1.- Seguimiento



Habrán reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se decidirá la solución adecuada a los problemas que vayan apareciendo.

9.1.1 Instalaciones médicas.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.

9.1.2 Protecciones personales.

Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones personales las cuales tendrán fijadas un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda, se repondrá esta independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

La entrega de las prendas de protección personal se controlará mediante unas fichas personales de entrega de material, controlando a su vez las reposiciones efectuadas.

9.1.3 Protecciones colectivas.

Al igual que las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá este, independientemente de la duración prevista.

9.1.4 Instalaciones del personal.

Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

9.1.5 Investigación de accidentes.

Se realizará la investigación del accidente en el lugar del mismo, con el interesado y testigos. Se estudiará a fondo el informe técnico tomando las medidas oportunas para que no se repita.

Los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán en modelo normalizado los siguientes datos con una tabulación ordenada:

- Identificación de la obra
- Hora, día, mes y año en el que se ha producido el accidente
- Nombre del accidentado

- Categoría profesional y oficio del accidentado
- Domicilio
- Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente y trabajo específico.
- Causas del accidente
- Importancia aparente del accidente (gravedad)
- Posible especificación sobre fallos mecánicos y/o humanos.
- Lugar, persona y primeras curas.
- Lugar de traslado para la hospitalización
- Testigos del accidente.

Como complemento de este aparte se emitirá un informe que contenga:

- Forma de evitar el accidente (legales, técnicas, formación, etc.)
- Órdenes inmediatas a ejecutar

9.2.- Control

Se realizará un seguimiento de los temas contemplados en este Estudio mensualmente.

Se analizarán todas las necesidades y propuestas indicadas en el punto anterior.

En el caso de que surgieran modificaciones o se presentaran nuevas necesidades se podrá actualizar este Estudio.

Durante la obra se llevarán obligatoriamente los índices siguientes:

1. Índice de incidencia.

Definición: número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores



2. Índice de frecuencia

Definición: número de siniestros con baja por cada millón de horas trabajadas.

3. Índice de gravedad

Definición: número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

4. Duración media de incapacidad

Definición: número de jornadas perdidas por accidente de baja

El control lo realizará el Presidente del Comité de Seguridad y Salud de la Obra.

10. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Sin perjuicio de lo previsto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el Coordinador en materia de seguridad y salud o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al Contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias. En circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, podrá disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

La persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

11. LIBRO DE INCIDENCIAS

En la oficina del Coordinador de Seguridad y Salud, para el seguimiento del Plan de Seguridad y Salud existirá un Libro de Incidencias.

El Libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, Los Contratistas y Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas y órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las

Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

Igualmente deberá notificar en el libro al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores

12. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

En cumplimiento del artículo 19.4 del Estatuto de los Trabajadores, se impartirán cursos de formación a los trabajadores antes de que comiencen sus tareas en obra que cumplirán los siguientes objetivos:

- Divulgar los contenidos preventivos de este Estudio de seguridad y salud, una vez convertido en Plan de seguridad y salud aprobado.
- Comprender y aceptar su necesidad de aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Por lo expuesto, se establecen los siguientes criterios, para que sean desarrollados por el Plan de seguridad y salud:

1º El Contratista adjudicatario suministrará en su Plan de seguridad y salud, las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en la prevención de riesgos laborales.

2º El plan de seguridad y salud recogerá la obligación de comunicar a tiempo a los trabajadores, las normas de obligado cumplimiento y la obligación de firmar al margen del original del citado documento, el oportuno "recibí". Con esta acción se cumplen dos objetivos importantes: formar de manera inmediata y dejar constancia de que se ha efectuado esta formación.

Los gastos generados en relación a la formación de seguridad y salud de los trabajadores, se integran en los gastos generales del proyecto como medidas de carácter organizativo legalmente establecidas y que se consideran de obligación empresarial.



Ferrol, a junio de 2.017

Autor del proyecto:

Fdo. Emilio A. Serantes Carro
Grado en Ingeniería de Obras Públicas



ANEJO 11: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PRESUPUESTO



ÍNDICE

- 1. MEDICIONES**
- 2. CUADRO DE PRECIOS Nº1**
- 3. CUADRO DE PRECIOS Nº2**
- 4. PRESUPUESTO**



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

MEDICIONES



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD							
SUBCAPÍTULO 6.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES							
SYS01	u CASCO DE SEGURIDAD						
	Casco de seguridad con desudador, homologado CE						
SYS02	u PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR						30,00
	Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE						
SYS03	u PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS						5,00
	Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor. Homologada CE						
SYS04	u PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCTRICO						6,00
	Pantalla para protección contra cortocircuito eléctrico. homologada CE						
SYS05	u GAFAS CONTRA IMPACTOS						3,00
	Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE						
SYS06	u GAFAS ANTIPOLVO						25,00
	Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE						
SYS07	u MÁSCARA ANTIPOLVO						25,00
	Máscara antipolvo, homologada CE						
SYS08	u FILTRO RECAMBIO MÁSCARA						25,00
	Filtro recambio máscara, homolado						
SYS09	u PROTECTORES AUDITIVOS						25,00
	Protectores auditivos, homologados						
SYS10	u MONO DE TRABAJO						30,00
	Mono de trabajo, homologo CE						
SYS11	u IMPERMEABLE						30,00
	impermeable de trabajo, homologo CE						
							5,00
							30,00

SYS12	u MANDIL SOLDADOR						
	Mandil soldador grado A, 60x90 cm, homologo CE						
SYS13	u PETO REFLECTANTE						5,00
	Peto reflectante color butano o amarillo, homologado CE						
SYS14	u ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL						30,00
	Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45mm y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE						
SYS15	u ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS						5,00
	Anticaidas deslizante para cuerda de 14mm, c/mosquetón, homologado CE						
SYS16	u CINTO PORTAHERRAMIENTAS						5,00
	Cinto portaherramientas, homologado CE						
SYS17	u CUERDA AMARRE REGULABLE						5,00
	Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80m realizado en poliamida de alta tenacidad, homologo CE						
SYS18	u GUANTES LATEX INDUSTRIAL						5,00
	Par de guantes de latex industrial, homologado CE						
SYS19	u GUANTES PIEL VACUNO						30,00
	Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE						
SYS20	u GUANTES LATEX ANTICORTE						30,00
	Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE						
SYS21	u GUANTES SOLDADOR 34CM						30,00
	Par de guantes para soldador forrado ignifugo, homologado CE						
SYS22	u GUANTES AISLANTES						5,00
	Par de guantes aislantes para electricista, homologado CE						
							5,00



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SYS23	u BOTAS DE AGUA DE SEGURIDAD Par de botas de agua de seguridad, homologado CE						30,00
SYS24	u BOTAS SEGURIDAD PUNT. PIEL Par de botas de seguridad S3, piel negra con puntera y plantilla metálica, homologado CE						30,00
SYS25	u BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista, homologado CE						5,00
SYS26	u POLAINAS SOLDADOR Par de polainas para soldador grado A, homologado CE						5,00
SYS27	u RODILLERAS DE CAUCHO Par de rodilleras de caucho, homologado CE						5,00
SUBCAPÍTULO 6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS							
SYS28	m2 RED HORIZONTAL PROTECCION HUECOS Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo D=4 mm y malla de 75x75. Incluso colocación y desmontado.						200,00
SYS29	m2 TAPA PROVISIONAL MADERA HUECOS Tapa provisional para protección colectiva de huecos, formada por tableros de madera de 20x5cm, armados mediante clavos sobre rastreles.						50,00
SYS30	m PASARELA PARA PASO ZANJAS Pasarela para paso en zanjas						2,00
SYS31	u CONOS DE BALIZAMIENTO Cono de balizamiento						30,00
SYS32	m CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE A CINTO Cable de seguridad para anclaje de cinto de seguridad						10,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SYS33	U EXTINTOR POLVO ABC 6KG EF 21A-113B Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extintor de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6kg con soporte, manómetro y boquilla. Instalado y certificado por AENOR						6,00
SYS34	u EXTINTOR NEVE CARBÓNICA 5KG EF34B Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extincion de fuegos de materias sólidas y líquidas; e incendios eléctricos.						2,00
SYS35	u SEÑAL STOP CON SOPORTE Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)						2,00
SYS36	u SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo,hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)						4,00
SYS37	u SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)						4,00
SYS38	u SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)						4,00
SYS39	u CARTEL RIESGO CON SOPORTE Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado						2,00
SYS40	u CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.						2,00



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD		
SYS41	u CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado								paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.
							2,00		12,00
SYS42	u CARTEL USO OBLIGATORIO CINTO Cartel indicativo de uso obligatorio cinto o arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado								
							1,00		
SYS43	u CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado								
							2,00		
SYS44	u CARTEL COMBINADO 100X70CM Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado								
							1,00		
SYS45	u VALLA DE OBRA CON TRIPODE Valla de obra de 800x200 mm, terminación en pintura normal dos colores vermello e branco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)								
							2,00		
SYS46	m CINTA DE BALIZAMIENTO Cinta de balizamiento plástica pintada a dos colores verde y blanca, incluso colocación y desmonta- do.								
							800,00		
SYS47	SUBCAPÍTULO 6.4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR u ACOMETIDA PROVISIONAL ELÉCTRICA Acometida provisional de electricidad a la caseta de obra								
							1,00		
SYS48	U ACOMETIDA PROVISIONAL FONTANERÍA Acometida provisional de fontanería a casetas de obra								
							1,00		
SYS 49	u ACOMETIDA PROVISIONAL SANEAMIENTO Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.								
							1,00		
SYS50	u ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO Mes de alquiler de caseta prefabricada con despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelo y tablero melaminado en								
SYS51	u ALQUILER CASETA ASEOS Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con mismas características que las oficinas. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antiresbaladiza. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tubajes de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático								
									12,00
SYS52	u ALQUILER CASETA ALMACÉN Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada e galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelo y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbado y fuerza con toma exterior a 220 V.								
									12,00
SYS53	u ARMARIO INDIVIDUAL Armario metálico individual con llave.								
									12,00
SYS54	u BANCO 5 PERSONAS Banco de polipropilneo para 5 personas con soportes metálicos.								
									30,00
SYS55	u JABONERA INDUSTRIAL Jabonera de uso industrial con dosificador, en acero inoxidable.								
									5,00
SYS56	u DEPOSITO DE BASURA DE 800L Depósito de basura de 800l de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de cau- cho; con ruedas para su transporte.								
									2,00
									1,00



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SUBCAPÍTULO 6.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS							
SYS57	u RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGATORIO						
SYS58	U BOTIQUIN DE OBRA						30,00
							2,00
SYS59	U REPOSICIÓN DE BOTIQUÍN						
SYS60	U CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES						4,00
							2,00
SUBCAPÍTULO 6.6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD							
SYS61	h COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE Comité formado por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categorías de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª; considerando mínimo una reunión al mes						
SYS62	h FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE						13,00
SYS63	h EQUIPO LIMPIEZA						52,00
SYS64	h CUADRILLA REPOSICIONES						260,00
							260,00



CUADRO DE PRECIOS Nº1



Anejo 10: Estudio de Seguridad y Salud. Cuadro de Precios Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD			
SUBCAPÍTULO 6.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES			
SYS01	u	CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad con desudador, homologado CE	1,93
		UN EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
SYS02	u	PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE	20,52
		VEINTE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SYS03	u	PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor. Homologada CE	14,47
		CATORCE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
SYS04	u	PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCTRICO Pantalla para protección contra cortocircuito eléctrico. homologada CE	37,13
		TREINTA Y SIETE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
SYS05	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE	12,40
		DOCE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
SYS06	u	GAFAS ANTIPOLVO Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE	2,76
		DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS07	u	MÁSCARA ANTIPOLVO Máscara antipolvo, homologada CE	3,11
		TRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
SYS08	u	FILTRO RECAMBIO MÁSCARA Filtro recambio máscara, homolado	0,75
		CERO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
SYS09	u	PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos, homologados	8,62
		OCHO EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SYS10	u	MONO DE TRABAJO Mono de trabajo, homologo CE	13,54
		TRECE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
SYS11	u	IMPERMEABLE impermeable de trabajo, homologo CE	5,49
		CINCO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
SYS12	u	MANDIL SOLDADOR Mandil soldador grado A, 60x90 cm, homologo CE	16,05
		DIECISEIS EUROS con CINCO CÉNTIMOS	
SYS13	u	PETO REFLECTANTE Peto reflectante color butano o amarillo, homologado CE	20,67
		VEINTE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
SYS14	u	ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45mm y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE	41,94
		CUARENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
SYS15	u	ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS Anticaidas deslizante para cuerda de 14mm, c/mosquetón, homologado CE	268,70
		DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	
SYS16	u	CINTO PORTAHERRAMIENTAS Cinto portaherramientas, homologado CE	24,12
		VEINTICUATRO EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
SYS17	u	CUERDA AMARRE REGULABLE Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80m realizado en poliamida de alta tenacidad, homologado CE	17,16
		DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
SYS18	u	GUANTES LATEX INDUSTRIAL Par de guantes de latex industrial, homologado CE	1,27
		UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SYS19	u	GUANTES PIEL VACUNO Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE	10,72
		DIEZ EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SYS20	u	GUANTES LATEX ANTICORTE Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE	3,11
		TRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
SYS21	u	GUANTES SOLDADOR 34CM Par de guantes para soldador forrado ignífugo, homologado CE	8,60
		OCHO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
SYS22	u	GUANTES AISLANTES Par de guantes aislantes para electricista, homologado CE	31,01
		TREINTA Y UN EUROS con UN CÉNTIMOS	
SYS23	u	BOTAS DE AGUA DE SEGURIDAD Par de botas de agua de seguridad, homologado CE	21,85
		VEINTIUN EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
SYS24	u	BOTAS SEGURIDAD PUNT. PIEL Par de botas de seguridad S3, piel negra con puntera y plantilla metálica, homologado CE	21,85
		VEINTIUN EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
SYS25	u	BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista, homologado CE	26,75
		VEINTISEIS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
SYS26	u	POLAINAS SOLDADOR Par de polainas para soldador grado A, homologado CE	11,36
		ONCE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS27	u	RODILLERAS DE CAUCHO Par de rodilleras de caucho, homologado CE	17,99
		DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS			
SYS28	m2	RED HORIZONTAL PROTECCION HUECOS Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo D=4 mm y malla de 75x75. Incluso colocación y desmontado.	3,29
		TRES EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
SYS29	m2	TAPA PROVISIONAL MADERA HUECOS Tapa provisional para protección colectiva de huecos, formada por tableros de madera de 20x5cm, armados mediante clavos sobre rastreles.	22,34
		VEINTIDOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
SYS30	m	PASARELA PARA PASO ZANJAS Pasarela para paso en zanjas	23,62
		VEINTITRES EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SYS31	u	CONOS DE BALIZAMIENTO Cono de balizamiento	10,60
		DIEZ EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
SYS32	m	CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE A CINTO Cable de seguridad para anclaje de cinto de seguridad	4,04
		CUATRO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	
SYS33	U	EXTINTOR POLVO ABC 6KG EF 21A-113B Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extintor de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6kg con soporte, manómetro y boquilla. Instalado y certificado por AENOR	48,28
		CUARENTA Y OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
SYS34	u	EXTINTOR NEVE CARBÓNICA 5KG EF34B Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extincion de fuegos de materias sólidas y líquidas; e incendios eléctricos.	118,90
		CIENTO DIECIOCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	



CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 6.3 SEÑALIZACIÓN			
SYS35	u	SEÑAL STOP CON SOPORTE Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)	43,36
		CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS36	u	SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo,hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)	44,17
		CUARENTA Y CUATRO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	
SYS37	u	SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	50,42
		CINCUENTA EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SYS38	u	SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	43,36
		CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS39	u	CARTEL RIESGO CON SOPORTE Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado	19,88
		DIECINUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
SYS40	u	CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	6,36
		SEIS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS41	u	CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	6,36
		SEIS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS42	u	CARTEL USO OBLIGATORIO CINTO Cartel indicativo de uso obligatorio cinto o arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	6,36
		SEIS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS43	u	CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Cartel indicativo de peligo por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	6,36
		SEIS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS44	u	CARTEL COMBINADO 100X70CM Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	29,29
		VEINTINUEVE EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
SYS45	u	VALLA DE OBRA CON TRIPODE Valla de obra de 800x200 mm, terminación en pintura normal dos colores vermello e branco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)	4,51
		CUATRO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	
SYS46	m	CINTA DE BALIZAMIENTO Cinta de balizamiento plástica pintada a dos colores verde y blanca, incluso colocación y desmontado.	1,37
		UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 6.4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			
SYS47	u	ACOMETIDA PROVISIONAL ELÉCTRICA Acometida provisional de electricidad a la caseta de obra	107,52
		CIENTO SIETE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SYS48	U	ACOMETIDA PROVISIONAL FONTANERÍA Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	94,74
		NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
SYS 49	u	ACOMETIDA PROVISIONAL SANEAMIENTO Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.	78,40
		SETENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
SYS50	u	ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO Mes de alquiler de caseta prefabricada con despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelo y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.	157,51
		CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA UN CÉNTIMOS	
SYS51	u	ALQUILER CASETA ASEOS Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con mismas características que las oficinas. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antiresbaladiza. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tubajes de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático	231,26
		DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	
SYS52	u	ALQUILER CASETA ALMACÉN Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada e galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelo y tablero melaminado en paredes.Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbado y fuerza con toma exterior a 220 V.	112,86
		CIENTO DOCE EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS53	u	ARMARIO INDIVIDUAL Armario metálico individual con llave.	12,24
		DOCE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
SYS54	u	BANCO 5 PERSONAS Banco de polipropilneo para 5 personas con soportes metálicos.	21,44
		VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
SYS55	u	JABONERA INDUSTRIAL Jabonera de uso industrial con dosificador, en acero inoxidable.	4,53
		CUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	
SYS56	u	DEPOSITO DE BASURA DE 800L Depósito de basura de 800l de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho; con ruedas para su transporte.	19,35
		DIECINUEVE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	



CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 6.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS			
SYS57	u	RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGATORIO	47,91
		CUARENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
SYS58	U	BOTIQUIN DE OBRA	22,86
		VEINTIDOS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
SYS59	U	REPOSICIÓN DE BOTIQUÍN	34,30
		TREINTA Y CUATRO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
SYS60	U	CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES	7,37
		SIETE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 6.6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD			
SYS61	h	COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE	58,59
		Comité formado por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categorías de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando mínimo una reunión al mes	
NUEVE		CINCUENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y CÉNTIMOS	
SYS62	h	FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE	12,43
		DOCE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	
SYS63	h	EQUIPO LIMPIEZA	22,53
		VEINTIDOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	
CÉNTIMOS			
SYS64	h	CUADRILLA REPOSICIONES	16,97
		DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

Ferrol, a junio de 2.017

Autor del proyecto:

Fdo. Emilio A. Serantes Carro

Grado en Ingeniería de Obras Públicas



CUADRO DE PRECIOS Nº2



CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD				SYS10	u	MONO DE TRABAJO	
SUBCAPÍTULO 6.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES						Mono de trabajo, homologado CE	
SYS01	u	CASCO DE SEGURIDAD				Resto de obra y materiales.....	13,54
		Casco de seguridad con desudador, homologado CE					
		Resto de obra y materiales.....	1,93				
		TOTAL PARTIDA.....	1,93	SYS11	u	IMPERMEABLE	
						impermeable de trabajo, homologado CE	
		Resto de obra y materiales.....	20,52			Resto de obra y materiales.....	5,49
SYS02	u	PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR				TOTAL PARTIDA.....	13,54
		Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE					
		Resto de obra y materiales.....	20,52			Resto de obra y materiales.....	5,49
		TOTAL PARTIDA.....	20,52	SYS12	u	MANDIL SOLDADOR	
SYS03	u	PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS				Mandil soldador grado A, 60x90 cm, homologado CE	
		Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor. Homologada CE				Resto de obra y materiales.....	16,05
		Resto de obra y materiales.....	14,47			TOTAL PARTIDA.....	16,05
		TOTAL PARTIDA.....	14,47	SYS13	u	PETO REFLECTANTE	
SYS04	u	PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCTRICO				Peto reflectante color butano o amarillo, homologado CE	
		Pantalla para protección contra cortocircuito eléctrico. homologada CE				Resto de obra y materiales.....	20,67
		Resto de obra y materiales.....	37,13			TOTAL PARTIDA.....	20,67
		TOTAL PARTIDA.....	37,13	SYS14	u	ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL	
SYS05	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS				Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45mm y elemen- tos metálicos de acero inoxidable, homologado CE	
		Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE				Resto de obra y materiales.....	41,94
		Resto de obra y materiales.....	12,40			TOTAL PARTIDA.....	41,94
		TOTAL PARTIDA.....	12,40	SYS15	u	ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS	
SYS06	u	GAFAS ANTIPOLVO				Anticaidas deslizante para cuerda de 14mm, c/mosquetón, homologado CE	
		Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE				Resto de obra y materiales.....	268,70
		Resto de obra y materiales.....	2,76			TOTAL PARTIDA.....	268,70
		TOTAL PARTIDA.....	2,76	SYS16	u	CINTO PORTAHERRAMIENTAS	
SYS07	u	MÁSCARA ANTIPOLVO				Cinto portaherramientas, homologado CE	
		Máscara antipolvo, homologada CE				Resto de obra y materiales.....	24,12
		Resto de obra y materiales.....	3,11			TOTAL PARTIDA.....	24,12
		TOTAL PARTIDA.....	3,11	SYS17	u	CUERDA AMARRE REGULABLE	
SYS08	u	FILTRO RECAMBIO MÁSCARA				Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80m realizado en poliamida de alta tenacidad, ho- mologado CE	
		Filtro recambio máscara, homolado				Resto de obra y materiales.....	17,16
		Resto de obra y materiales.....	0,75			TOTAL PARTIDA.....	17,16
		TOTAL PARTIDA.....	0,75	SYS18	u	GUANTES LATEX INDUSTRIAL	
SYS09	u	PROTECTORES AUDITIVOS				Par de guantes de latex industrial, homologado CE	
		Protectores auditivos, homologados				Resto de obra y materiales.....	1,27
		Resto de obra y materiales.....	8,62			TOTAL PARTIDA.....	1,27
		TOTAL PARTIDA.....	8,62				



CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SYS19	u	GUANTES PIEL VACUNO Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE		SUBCAPÍTULO 6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS			
		Resto de obra y materiales.....	10,72	SYS28	m2	RED HORIZONTAL PROTECCION HUECOS Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo D=4 mm y malla de 75x75. Inclu- so colocación y desmontado.	
		TOTAL PARTIDA.....	10,72			Resto de obra y materiales.....	3,29
SYS20	u	GUANTES LATEX ANTICORTE Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE				TOTAL PARTIDA.....	3,29
		Resto de obra y materiales.....	3,11	SYS29	m2	TAPA PROVISIONAL MADERA HUECOS Tapa provisional para protección colectiva de huecos, formada por tableros de madera de 20x5cm, armados mediante clavos sobre rastreles.	
		TOTAL PARTIDA.....	3,11			Resto de obra y materiales.....	22,34
SYS21	u	GUANTES SOLDADOR 34CM Par de guantes para soldador forrado ignífugo, homologado CE				TOTAL PARTIDA.....	22,34
		Maquinaria	8,11	SYS30	m	PASARELA PARA PASO ZANJAS Pasarela para paso en zanjas	
		Resto de obra y materiales.....	0,49			Resto de obra y materiales.....	23,62
		TOTAL PARTIDA.....	8,60			TOTAL PARTIDA.....	23,62
SYS22	u	GUANTES AISLANTES Par de guantes aislantes para electricista, homologado CE		SYS31	u	CONOS DE BALIZAMIENTO Cono de balizamiento	
		Resto de obra y materiales.....	31,01			Resto de obra y materiales.....	10,60
		TOTAL PARTIDA.....	31,01			TOTAL PARTIDA.....	10,60
SYS23	u	BOTAS DE AGUA DE SEGURIDAD Par de botas de agua de seguridad, homologado CE		SYS32	m	CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE A CINTO Cable de seguridad para anclaje de cinto de seguridad	
		Resto de obra y materiales.....	21,85			Resto de obra y materiales.....	4,04
		TOTAL PARTIDA.....	21,85			TOTAL PARTIDA.....	4,04
SYS24	u	BOTAS SEGURIDAD PUNT. PIEL Par de botas de seguridad S3, piel negra con puntera y plantilla metálica, homologado CE		SYS33	U	EXTINTOR POLVO ABC 6KG EF 21A-113B Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extintor de fuego de materias sólidas, liqui- das, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6kg con soporte, manómetro y boquilla. Instalado y certificado por AENOR	
		Resto de obra y materiales.....	21,85			Resto de obra y materiales.....	48,28
		TOTAL PARTIDA.....	21,85			TOTAL PARTIDA.....	48,28
SYS25	u	BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista, homologado CE		SYS34	u	EXTINTOR NEIVE CARBÓNICA 5KG EF34B Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extincion de fuegos de materias sólidas y líquidas; e incendios eléctricos.	
		Resto de obra y materiales.....	26,75			Resto de obra y materiales.....	118,90
		TOTAL PARTIDA.....	26,75			TOTAL PARTIDA.....	118,90
SYS26	u	POLAINAS SOLDADOR Par de polainas para soldador grado A, homologado CE					
		Resto de obra y materiales.....	11,36				
		TOTAL PARTIDA.....	11,36				
SYS27	u	RODILLERAS DE CAUCHO Par de rodilleras de caucho, homologado CE					
		Resto de obra y materiales.....	17,99				
		TOTAL PARTIDA.....	17,99				



Anejo 10: Estudio de Seguridad y Salud. Cuadro de Precios nº2.

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 6.3 SEÑALIZACIÓN			
SYS35	u	SEÑAL STOP CON SOPORTE Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)	
		Resto de obra y materiales.....	43,36
		TOTAL PARTIDA.....	43,36
SYS36	u	SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo,hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)	
		Resto de obra y materiales.....	44,17
		TOTAL PARTIDA.....	44,17
SYS37	u	SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	
		Resto de obra y materiales.....	50,42
		TOTAL PARTIDA.....	50,42
SYS38	u	SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	
		Resto de obra y materiales.....	43,36
		TOTAL PARTIDA.....	43,36
SYS39	u	CARTEL RIESGO CON SOPORTE Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado	
		Resto de obra y materiales.....	19,88
		TOTAL PARTIDA.....	19,88
SYS40	u	CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	
		Resto de obra y materiales.....	6,36
		TOTAL PARTIDA.....	6,36
SYS41	u	CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	
		Resto de obra y materiales.....	6,36
		TOTAL PARTIDA.....	6,36
SYS42	u	CARTEL USO OBLIGATORIO CINTO Cartel indicativo de uso obligatorio cinto o arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	
		Resto de obra y materiales.....	6,36
		TOTAL PARTIDA.....	6,36
SYS43	u	CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	
		Resto de obra y materiales.....	6,36
		TOTAL PARTIDA.....	6,36
SYS44	u	CARTEL COMBINADO 100X70CM Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	
		Resto de obra y materiales.....	29,29
		TOTAL PARTIDA.....	29,29
SYS45	u	VALLA DE OBRA CON TRIPODE Valla de obra de 800x200 mm, terminación en pintura normal dos colores vermello e branco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)	
		Resto de obra y materiales.....	4,51
		TOTAL PARTIDA.....	4,51
SYS46	m	CINTA DE BALIZAMIENTO Cinta de balizamiento plástica pintada a dos colores verde y blanca, incluso colocación y desmontado.	
		Resto de obra y materiales.....	1,37
		TOTAL PARTIDA.....	1,37



CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 6.4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			
SYS47	u	ACOMETIDA PROVISIONAL ELÉCTRICA Acometida provisional de electricidad a la caseta de obra	
		Resto de obra y materiales.....	107,52
		TOTAL PARTIDA.....	107,52
SYS48	U	ACOMETIDA PROVISIONAL FONTANERÍA Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	
		Resto de obra y materiales.....	94,74
		TOTAL PARTIDA.....	94,74
SYS 49	u	ACOMETIDA PROVISIONAL SANEAMIENTO Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.	
		Resto de obra y materiales.....	78,40
		TOTAL PARTIDA.....	78,40
SYS50	u	ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO Mes de alquiler de caseta prefabricada con despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelo y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.	
		Resto de obra y materiales.....	157,51
		TOTAL PARTIDA.....	157,51
SYS51	u	ALQUILER CASETA ASEOS Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con mismas características que las oficinas. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antiresbaladiza. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tubajes de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático	
		Resto de obra y materiales.....	231,26
		TOTAL PARTIDA.....	231,26
SYS52	u	ALQUILER CASETA ALMACÉN Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada e galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelo y tablero melaminado en paredes.Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbado y fuerza con toma exterior a 220 V.	
		Resto de obra y materiales.....	112,86
		TOTAL PARTIDA.....	112,86

SYS53	u	ARMARIO INDIVIDUAL Armario metálico individual con llave.	
		Resto de obra y materiales.....	12,24
		TOTAL PARTIDA.....	12,24
SYS54	u	BANCO 5 PERSONAS Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos.	
		Resto de obra y materiales.....	21,44
		TOTAL PARTIDA.....	21,44
SYS55	u	JABONERA INDUSTRIAL Jabonera de uso industrial con dosificador, en acero inoxidable.	
		Resto de obra y materiales.....	4,53
		TOTAL PARTIDA.....	4,53
SYS56	u	DEPOSITO DE BASURA DE 800L Depósito de basura de 800l de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho; con ruedas para su transporte.	
		Resto de obra y materiales.....	19,35
		TOTAL PARTIDA.....	19,35
SUBCAPÍTULO 6.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS			
SYS57	u	RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGATORIO	
		Resto de obra y materiales.....	47,91
		TOTAL PARTIDA.....	47,91
SYS58	U	BOTIQUIN DE OBRA	
		Resto de obra y materiales.....	22,86
		TOTAL PARTIDA.....	22,86
SYS59	U	REPOSICIÓN DE BOTIQUÍN	
		Resto de obra y materiales.....	34,30
		TOTAL PARTIDA.....	34,30
SYS60	U	CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES	
		Resto de obra y materiales.....	7,37
		TOTAL PARTIDA.....	7,37



CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 6.6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD			
SYS61	h	COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE	
		Comité formado por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categorías de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª; considerando mínimo una reunión al mes	
		Mano de obra.....	55,27
		Resto de obra y materiales.....	3,32
		TOTAL PARTIDA.....	58,59
SYS62	h	FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE	
		Mano de obra.....	11,73
		Resto de obra y materiales.....	0,70
		TOTAL PARTIDA.....	12,43
SYS63	h	EQUIPO LIMPIEZA	
		Mano de obra.....	21,25
		Resto de obra y materiales.....	1,28
		TOTAL PARTIDA.....	22,53
SYS64	h	CUADRILLA REPOSICIONES	
		Mano de obra.....	16,01
		Resto de obra y materiales.....	0,96
		TOTAL PARTIDA.....	16,97

Ferrol, a junio de 2.017

Autor del proyecto:

Fdo. Emilio A. Serantes Carro

Grado en Ingeniería de Obras Públicas



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

PRESUPUESTO



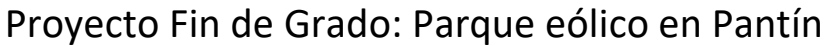
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD										SYS11	u IMPERMEABLE								
	SUBCAPÍTULO 6.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES										impermeable de trabajo, homologo CE								
SYS01	u CASCO DE SEGURIDAD																30,00	5,49	164,70
	Casco de seguridad con desudador, homologado CE																		
							30,00	1,93	57,90	SYS12	u MANDIL SOLDADOR								
											Mandil soldador grado A, 60x90 cm, homologo CE								
SYS02	u PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR																5,00	16,05	80,25
	Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE																		
							5,00	20,52	102,60	SYS13	u PETO REFLECTANTE								
											Peto reflectante color butano o amarillo, homologado CE								
SYS03	u PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS																30,00	20,67	620,10
	Pantalla para protección contra partículas con Arnés de cabeza y visor. Homologada CE																		
							6,00	14,47	86,82	SYS14	u ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL								
											Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45mm y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE								
SYS04	u PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCTRICO																5,00	41,94	209,70
	Pantalla para protección contra cortocircuito eléctrico. homologada CE																		
							3,00	37,13	111,39	SYS15	u ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS								
											Anticaidas deslizante para cuerda de 14mm, c/mosquetón, homologado CE								
SYS05	u GAFAS CONTRA IMPACTOS																5,00	268,70	1.343,50
	Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE																		
							25,00	12,40	310,00	SYS16	u CINTO PORTAHERRAMIENTAS								
											Cinto portaherramientas, homologado CE								
SYS06	u GAFAS ANTIPOLVO																5,00	24,12	120,60
	Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE																		
							25,00	2,76	69,00	SYS17	u CUERDA AMARRE REGULABLE								
											Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80m realizado en poliamida de alta tenacidad, homologo CE								
SYS07	u MÁSCARA ANTIPOLVO																5,00	17,16	85,80
	Máscara antipolvo, homologada CE																		
							25,00	3,11	77,75	SYS18	u GUANTES LATEX INDUSTRIAL								
											Par de guantes de latex industrial, homologado CE								
SYS08	u FILTRO RECAMBIO MÁSCARA																30,00	1,27	38,10
	Filtro recambio máscara, homolado																		
							25,00	0,75	18,75	SYS19	u GUANTES PIEL VACUNO								
											Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE								
SYS09	u PROTECTORES AUDITIVOS																30,00	10,72	321,60
	Protectores auditivos, homologados																		
							30,00	8,62	258,60	SYS20	u GUANTES LATEX ANTICORTE								
											Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE								
SYS10	u MONO DE TRABAJO																30,00	3,11	93,30
	Mono de trabajo, homologo CE																		
							30,00	13,54	406,20	SYS21									



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
u	GUANTES SOLDADOR 34CM Par de guantes para soldador forrado ignífugo, homologado CE						5,00	8,60	43,00	SUBCAPÍTULO 6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS									
SYS22	u GUANTES AISLANTES Par de guantes aislantes para electricista, homologado CE						5,00	31,01	155,05	SYS28	m2 RED HORIZONTAL PROTECCION HUECOS Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo D=4 mm y malla de 75x75. Incluso colocación y desmontado.						200,00	3,29	658,00
SYS23	u BOTAS DE AGUA DE SEGURIDAD Par de botas de agua de seguridad, homologado CE						30,00	21,85	655,50	SYS29	m2 TAPA PROVISIONAL MADERA HUECOS Tapa provisional para protección colectiva de huecos, formada por tableros de madera de 20x5cm, armados mediante clavos sobre rastreles.						50,00	22,34	1.117,00
SYS24	u BOTAS SEGURIDAD PUNT. PIEL Par de botas de seguridad S3, piel negra con puntera y plantilla metálica, homologado CE						30,00	21,85	655,50	SYS30	m PASARELA PARA PASO ZANJAS Pasarela para paso en zanjas						2,00	23,62	47,24
SYS25	u BOTAS AISLANTES Par de botas aislantes para electricista, homologado CE						5,00	26,75	133,75	SYS31	u CONOS DE BALIZAMIENTO Cono de balizamiento						30,00	10,60	318,00
SYS26	u POLAINAS SOLDADOR Par de polainas para soldador grado A, homologado CE						5,00	11,36	56,80	SYS32	m CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE A CINTO Cable de seguridad para anclaje de cinto de seguridad						10,00	4,04	40,40
SYS27	u RODILLERAS DE CAUCHO Par de rodilleras de caucho, homologado CE						5,00	17,99	89,95	SYS33	U EXTINTOR POLVO ABC 6KG EF 21A-113B Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extintor de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6kg con soporte, manómetro y boquilla. Instalado y certificado por AENOR						6,00	48,28	289,68
TOTAL SUBCAPÍTULO 6.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES									6.366,21	SYS34	u EXTINTOR NEIVE CARBÓNICA 5KG EF34B Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extincion de fuegos de materias sólidas y lí- quidas; e incendios eléctricos.						2,00	118,90	237,80
										TOTAL SUBCAPÍTULO 6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS .									2.708,12



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 6.3 SEÑALIZACIÓN										SYS43	u CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS								
SYS35	u SEÑAL STOP CON SOPORTE										Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado						2,00	6,36	12,72
	Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)						2,00	43,36	86,72	SYS44	u CARTEL COMBINADO 100X70CM								
SYS36	u SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE										Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado						1,00	29,29	29,29
	Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. e 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo,hormigonado, colocación e desmontado. (3 usos)									SYS45	u VALLA DE OBRA CON TRIPODE								
SYS37	u SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE						4,00	44,17	176,68		Valla de obra de 800x200 mm, terminación en pintura normal dos colores vermello e branco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)						2,00	4,51	9,02
	Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)									SYS46	m CINTA DE BALIZAMIENTO								
SYS38	u SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE						4,00	50,42	201,68		Cinta de balizamiento plástica pintada a dos colores verde y blanca, incluso colocación y desmonta- do.						800,00	1,37	1.096,00
	Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)									TOTAL SUBCAPÍTULO 6.3 SEÑALIZACIÓN									1.857,11
							4,00	43,36	173,44										
SYS39	u CARTEL RIESGO CON SOPORTE																		
	Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado																		
SYS40	u CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO						2,00	19,88	39,76										
	Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.																		
SYS41	u CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO						2,00	6,36	12,72										
	Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado																		
SYS42	u CARTEL USO OBLIGATORIO CINTO						2,00	6,36	12,72										
	Cartel indicativo de uso obligatorio cinto o arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado																		
							1,00	6,36	6,36										



Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

Anejo 10: Estudio de Seguridad y Salud. Presupuesto

4



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 6.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS									
SYS57	u RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGATORIO								
SYS58	U BOTIQUIN DE OBRA						30,00	47,91	1.437,30
SYS59	U REPOSICIÓN DE BOTIQUÍN						2,00	22,86	45,72
SYS60	U CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES						4,00	34,30	137,20
							2,00	7,37	14,74
TOTAL SUBCAPÍTULO 6.5 MEDICINA PREVENTIVA Y.....									1.634,96
SUBCAPÍTULO 6.6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD									
SYS61	h COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE Comité formado por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categorías de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª; considerando mínimo una reunión al mes								
SYS62	h FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE						13,00	58,59	761,67
SYS63	h EQUIPO LIMPIEZA						52,00	12,43	646,36
SYS64	h CUADRILLA REPOSICIONES						260,00	22,53	5.857,80
							260,00	16,97	4.412,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 6.6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y									11.678,03
TOTAL CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD									31.047,46€
CAPÍTULO SEGURIDAD Y SALUD + I.V.A. (21%)									37.567,43€

Ferrol, a junio de 2.017

Autor del proyecto:

Fdo. Emilio A. Serantes Carro

Grado en Ingeniería de Obras Públicas



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 12: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. COSTES DIRECTOS.....	1
2.1 MANO DE OBRA	1
2.2 MATERIALES Y MAQUINARIA	1
3. COSTES INDIRECTOS.....	1
4.JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	2
4.1 ASPECTOS GENERALES	2
4.2 PRECIOS DE UNIDADES DE OBRA.....	2
 <u>APÉNDICE 1:</u> COSTES HORARIOS MANO DE OBRA	4
<u>APÉNDICE 2:</u> LISTADO MANO DE OBRA.....	5
<u>APÉNDICE 3:</u> LISTADO MAQUINARIA	6
<u>APÉNDICE 4:</u> LISTADO MATERIALES	7
<u>APÉNDICE 5:</u> PRECIOS DESCOMPUESTOS	8



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto dar cumplimiento al artículo 1 de la Orden de 12 de junio de 1968 (BOE 27/7/68), modificado posteriormente por la Orden Ministerial de 21 de Mayo de 1979 (BOE 28/5/79), para justificar el importe de los precios unitarios que figuran en el Presupuesto.

Para determinar los precios unitarios mencionados es necesario justificar el importe de los costes directos (mano de obra, materiales y maquinaria) y de los indirectos (gastos de instalaciones a pie de obra, personal técnico y administrativo, etc.).

2. COSTES DIRECTOS

Los siguientes costes se consideran directos:

- -La mano de obra con sus pluses, cargos y seguros sociales que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, así como los gastos del personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

2.1 MANO DE OBRA

Se tomarán como referencia las tablas salariales del 2016 del convenio colectivo provincial del sector de la construcción y obras públicas de A Coruña.

La determinación de los costes por hora trabajada se ha conseguido mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Coste de hora trabajada} = \text{Coste empresarial anual} / \text{nº de horas trabajadas}$$

En la formula anterior el coste anual representa el coste total anual para la Empresa de cada categoría laboral incluyendo no solo las retribuciones percibidas por el trabajador por todos los conceptos, sino también las cargas sociales que por cada trabajador tiene que abonar la empresa.

Los costes horarios de las categorías profesionales correspondientes a la mano de obra directa, se han evaluado siguiendo lo dispuesto por la O.M. de 21 de Mayo de 1979 para el cálculo de los costes horarios:

$$C = (1 + k) * A + B$$

Donde:

- -C = Coste horario del personal en €/h.
- A = parte de la retribución total del trabajador que tiene carácter salarial (sujeta a cotización) en €/h.
- B = retribución del trabajador de carácter no salarial (no sujeta a cotización), estando compuesta de indemnizaciones de los gastos que ha de realizar como consecuencia de la actividad laboral, gastos de transporte, plus de distancia, ropa de trabajo, desgaste de herramientas, etc. En €/h.
- K = % sobre la parte salarial que representa los gastos para la empresa como consecuencia de gastos de Seguridad Social, Fondo de Garantía Salarial, desempleo, formación profesional, etc...

El número de horas anuales trabajadas se determina a partir del calendario laboral para el año 2017, que según el convenio se establece en 1736 horas. También se obtiene de dicho convenio el número total de días de trabajo para el año 2017, siendo esta cantidad; 217.

Al final de este anejo se presenta una tabla con el cálculo de los costes horarios de cada tipo de trabajador.

2.2 MATERIALES Y MAQUINARIA

Para la determinación de los costes de la maquinaria y de los materiales necesarios, se emplea la base de precios de referencia de la dirección general de carreteras; recogida en la Orden Circular 37/2016. Se han usado también otros proyectos como referencia para unidades que no aparecen en la base anterior.

3. COSTES INDIRECTOS

Los costes indirectos representan los costes no imputables directamente a unidades de obra concretas, sino al conjunto de toda la actuación. Dentro de este concepto se incluyen por ejemplo



las oficinas a pie de obra, los almacenes, los talleres, los laboratorios, los equipos topográficos para replanteos y mediciones...

Se incluyen también los costes derivados del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra analizada y que no intervenga directamente en la ejecución de las unidades concretas, tales como ingenieros, ayudantes, encargados, personal de oficina, almacenes, talleres, laboratorios y mantenimientos de estos.

Los gastos correspondientes a los Costes Indirectos se cifraran en un porcentaje de los Costes Directos, igual para todas las unidades de obra.

El conjunto de gastos imputables a Costes Indirectos se puede estructurar de la siguiente manera:

1. Instalaciones.

- 1.1. Oficinas a pie de obra.
- 1.2. Comunicaciones.
- 1.3. Edificaciones.

2. Varios.

Para la determinación del porcentaje de costes indirectos se aplica lo prescrito en los artículos 67 y 68 de Reglamento General de Contratación del Estado, y en la Orden de 12 de Junio de 1968 del Ministerio de Obras Públicas, en donde se establecen las Normas Complementarias de los artículos 67 y 68 del Reglamento General, calculándolos como la suma de dos partes, una como relación entre costes indirectos y directos ($K1$) y otra de imprevistos ($K2$). Así el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se obtiene como:

$$P = (1 + K / 100) * CD$$

Siendo:

- P = Precios de ejecución material en euros.
- $K = K1 + K2$
- CD = Costes directos.

El primer sumando $K1$ se calcula mediante la fórmula:

$$K1 = 100 * (CI / CD)$$

Expresa la relación entre los costes indirectos (CI) y los costes directos de la obra. El valor máximo de $K1$ que admite la Orden Ministerial mencionada es de un 5%.

El segundo sumando $K2$ hace referencia a los imprevistos y para el caso de obra terrestre la orden ministerial nombrada anteriormente, fija este valor en un 1%.

Por lo tanto, como norma general, en el siguiente proyecto se adopta un valor de:

$$K = K1 + K2 = 5 + 1 = 6\%$$

4. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

4.1. ASPECTOS GENERALES

La determinación de los precios de las unidades de obra se realiza a partir de los precios de los elementos que las forman, los cuales se agrupan bajo los siguientes conceptos:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Materiales
- Costes indirectos

A partir de los cuadros en los que se establecen los costes para los elementos englobados en cada uno de estos apartados, se efectúa la determinación de los precios de cada unidad, teniendo en cuenta los rendimientos de los equipos para evaluar la incidencia de la mano de obra y maquinaria en cada precio.

4.2. PRECIOS DE UNIDADES DE OBRA

Para la justificación de los Precios de las Unidades de Obra del Proyecto, se han descompuesto estas, en los Precios Unitarios y/o precios auxiliares que componen cada Unidad de Obra, aplicando los rendimientos correspondientes.



Es importante destacar que los precios de las unidades incluyen la parte correspondiente de gastos generales y beneficio industrial.

Al coste total así obtenido se le ha añadido el Coste Indirecto, obtenido según lo establecido en el apartado 3 (6%).



APÉNDICE 1: COSTES HORARIOS MANO DE OBRA

	CATEGORIAS						
	Encargado de obra	Capataz	Oficial 1ª	Oficial 2ª	Ayudante Oficial	Peón especial	Peón Ordinario
Salario base diario	36,56	32,49	31,81	31,1	31,14	29,94	29,3
Plus asistencia diario	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06	8,06
Plus distancia y transporte diario	4,93	4,9	7,82	4,71	4,59	4,57	4,46
Gratificación extraordinaria Julio	1546,54	1408,76	1378,72	1352,76	1309,53	1302,69	1278,96
Gratificación extraordinaria Navidad	1546,54	1408,76	1378,72	1352,76	1309,53	1302,69	1278,96
Vacaciones	1546,54	1408,76	1378,72	1352,76	1309,53	1302,69	1278,96
Total retribución	19848	17922,75	17587,47	17247,87	16770,54	16678,68	16369,22
Cargas sociales 31,10%	6172,73	5573,98	5469,70	5364,09	5215,64	5187,07	5090,83
Seguro de accidentes 6,70%	1329,82	1200,82	1178,36	1155,61	1123,63	1117,47	1096,74
Coste anual estimado	27350,54	24697,55	24235,53	23767,56	23109,80	22983,22	22556,79
Coste horario	15,75	14,23	13,96	13,69	13,31	13,24	12,99

Cargas sociales 2017	
Contingencias comunes	23,60%
Desempleo para contratos a tiempo completo	6,70%
Fondo Garantía Salarial	0,20%
Formación Profesional	0,60%
Total cargas sociales	31,10%

Seguro accidentes	
Cuadro tarifas ley 42/2006 (actualizada en 2016)	
Tipo cotización IT	3,35%
Tipo cotización IMS	3,35%
Tipo cotización total	6,70%



APÉNDICE 2: LISTADO MANO DE OBRA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
MO00000001	200,0000 h	Encargado	15,75	3.150,00
MO00000002	685,3292 h	Capataz	14,23	9.752,24
MO00000003	1.749,5409 h	Oficial 1ª	13,96	24.423,59
MO00000004	616,0000 h	Oficial 2ª	13,69	8.433,04
MO00000005	1.007,7179 h	Ayudante	13,31	13.412,73
MO00000006	414,0065 h	Peón especialista	13,24	5.481,45
MO00000007	1.591,0794 h	Peón ordinario	12,99	20.668,12
Grupo MO0				85.321,16
TOTAL.....				85.321,16



APÉNDICE 3: LISTADO MAQUINARIA

A03KB010	252,5920 h	Pluma grúa de 30m	54,80	13.842,04
Q020001A10	31,9304 h	Bomba sumergible. Para aguas sucias, motor eléctrico. De 2,5 kW	1,05	33,53
Q040005C05	324,9540 h	Excavadora hidráulica sobre cadenas de 45 t de masa	129,02	41.925,57
Q040006B10	195,7842 h	Excavadora hidráulica sobre rueda. De 22 t de masa	82,70	16.191,35
Q040007A01	643,8336 h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas de 12t de masa	56,72	36.518,24
Q040007A10	159,6372 h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 11 t de masa	65,92	10.523,28
Q040101A05	96,1268 h	Cargadoras sobre ruedas. De 60 kW de potencia	42,59	4.094,04
Q040401B01	257,9639 h	Tractores sobre cadenas. De 138 kW de potencia (19,8 t)	94,61	24.405,97
Q040404A05	615,2115 h	Tractores tipo agrícola. De 50 kW de potencia	34,10	20.978,71
Q040601B01	531,1085 h	Motoniveladoras. De 104 kW de potencia	80,28	42.637,39
Q050202B05	336,9994 h	Compactador vibrante autopropulsado, de un cilindro, liso. De 12	48,17	16.233,26
Q050202C01	382,1522 h	Compactador vibrante autopropulsado, de un cilindro, liso. De 16	50,62	19.344,54
Q060202A01	1.010,9983 h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 199 kW de potencia	72,23	73.024,40
Q060203A01	723,0069 h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 221 kW de potencia	78,93	57.066,93
Q060204A02	2.216,2433 h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20	55.849,33
Q081100A01	11,8770 h	Vibradores de hormigones. De 36 mm de diámetro	0,38	4,51
Q081101A10	11,8770 h	Convertidores y grupos electrógenos de alta frecuencia para	1,36	16,15
Q090201B01	336,9994 h	Camión cisterna para riego. Para una cantidad de 8000 litros	80,74	27.209,33
U020A006	60,0000 h	Grúa telescópica autopropulsada 100t	170,50	10.230,00
U020A007	60,0000 h	Grúa telescópica autopropulsada 200t	269,50	16.170,00
U020D001	10,0000 h	Autogrúa pequeña	44,00	440,00
U02SA006	413,9360 h	Vibrador con motor de gasolina	2,20	910,66

TOTAL.....487.649,25



APÉNDICE 4: LISTADO MATERIALES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
AER01	2,0000 u	Aerogenerador G128	5.000.000,00	10.000.000,00
AER02	2,0000 u	Transformador en seco 20/0.69kV	90.000,00	180.000,00
AER03	2,0000 u	Tramos de torre 81m para aerogenerador	29.480,00	58.960,00
AER04	2,0000 u	Brida de anclaje para aerogenerador G128	5.000,00	10.000,00
AER05	0,3000 m3	Grout 110 MPA	65,10	19,53
AER06	12,0000 h	Transporte especial	60,00	720,00
AER07	2,0000 u	Pequeño material	44.042,86	88.085,72
AER08	2,0000 u	Pequeños materiales	0,77	1,54
AER09	2,0000 u	Baliza L450-63A 63B	6.357,00	12.714,00
AER10	2,0000 u	Juntion Box	207,00	414,00
AER11	2,0000 u	Unidad UPS batería + cargador	2.850,00	5.700,00
AER12	2,0000 u	Cable	245,00	490,00
AER13	2,0000 u	Soporte	360,00	720,00
AER14	12,0000 u	Baliza LI32-230-PCFL	464,00	5.568,00
E0218	229,8000 m3	Relleno arido fino sin aristas	5,30	1.217,94
E0930	1.101,1250	Señalización eléctrica	0,20	220,23
ELE01	1.240,0000 m	Conductor cobre 50mm2	1,90	2.356,00
ELE02	800,0000 m	Electrodos profundos	13,24	10.592,00
MT01010001	3.744,4380 m3	Agua	0,58	2.171,77
MT01030040	19.658,2995 m3	Zahorra Artificial	8,00	157.266,40
MT01060010	80,3810 m3	HM-20/P/20/I	60,14	4.834,11
MT10010200	111,0000 m	TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO NOMINAL 400	25,90	2.874,90
P21491	1.915,0000 m	Tubo PVC D 90mm	1,78	3.408,70
SS54	2,0000 u	Virola (Pernos, anillos, tornillería)	12.958,00	25.916,00
U04MA924	1.067,8710 m3	Hormigón HA-35/B/20/ Ila y HA-35/F/20/IIa	78,70	84.041,45
U04MA973	18,7110 m3	Hormigón HA-50/B/20/ IIIa central	89,47	1.674,07
U06AA001	117,3237 kg	Alambre atar 1,3mm	1,48	173,64
U06GG001	24.643,1770 kg	Acero corrugado B-500S	0,90	22.178,86
U06XK110	5.174,2000 m2	Encontrado panel met. 5/10 m2	7,38	38.185,60
U39GK010	2,0000 u	Conjunto tubos PVC D=160mm, D=90mm	384,00	768,00
TOTAL.....				10.721.272,45



APÉNDICE 5: PRECIOS DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 1 OPERACIONES PREVIAS					
300.0010	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO			
		Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destocoñado, arranque, carga y transporte a vertedero o			
MO00000002	0,0004 h	Capataz	14,23	0,01	
MO00000007	0,0008 h	Peón ordinario	12,99	0,01	
Q040007A10	0,0020 h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 11 t de masa	65,92	0,13	
Q040401B01	0,0008 h	Tractores sobre cadenas. De 138 kW de potencia (19,8 t)	94,61	0,08	
Q060203A01	0,0040 h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 221 kW de potencia	78,93	0,32	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	0,55	0,03	
TOTAL PARTIDA					0,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
320.0010	m3	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL			
		Excavación de tierra vegetal i/ carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o acopio dentro de la obra, deposito de tierra vegetal en zona adecuada para su reutilización y acondicionamiento y mantenimiento de			
MO00000002	0,0007 h	Capataz	14,23	0,01	
MO00000007	0,0030 h	Peón ordinario	12,99	0,04	
Q040006B10	0,0060 h	Excavadora hidráulica sobre rueda. De 22 t de masa	82,70	0,50	
Q060204A02	0,0150 h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20	0,38	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	0,93	0,06	
TOTAL PARTIDA					0,99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 2 VIALES Y PLATAFORMAS					
SUBCAPÍTULO 2.1 Movimiento de tierras					
320.0020	m3	EXCAVACIÓN EN DESMONTE			
		Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos (tipo excavadora o similar) sin explosivos i/ agotamien- to y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos, formación, y perfilado de cunetas, refino de taludes, carga y transporte a vertedero hasta una distancia de 10 km o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea			
MO00000002	0,0004 h	Capataz	14,23	0,01	
MO00000007	0,0019 h	Peón ordinario	12,99	0,02	
Q040005C05	0,0038 h	Excavadora hidráulica sobre cadenas de 45 t de masa	129,02	0,49	
Q060204A02	0,0150 h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20	0,38	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	0,90	0,05	
TOTAL PARTIDA					0,95
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
330.0020	m3	TERRAPLÉN, PEDRAPLÉN O RELLENO			
		Terraplén, pedraplén o relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación,			
MO00000002	0,0007 h	Capataz	14,23	0,01	
MO00000006	0,0032 h	Peón especialista	13,24	0,04	
Q040401B01	0,0032 h	Tractores sobre cadenas. De 138 kW de potencia (19,8 t)	94,61	0,30	
Q040601B01	0,0032 h	Motoniveladoras. De 104 kW de potencia	80,28	0,26	
Q050202C01	0,0063 h	Compactador vibrante autopulsado, de un cilindro, liso. De 16	50,62	0,32	
Q060204A02	0,0060 h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20	0,15	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	1,08	0,06	
TOTAL PARTIDA					1,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CATORCE CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 2.2 Firmes					
510.0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL			
		Zahorra artificial i/ transporte, extensión y compactación, medido sobre perfil teórico.			
MO00000002	0,0180 h	Capataz	14,23	0,26	
MO00000007	0,0360 h	Peón ordinario	12,99	0,47	
Q040601B01	0,0180 h	Motoniveladoras. De 104 kW de potencia	80,28	1,45	
Q050202B05	0,0180 h	Compactador vibrante autopulsado, de un cilindro, liso. De 12	48,17	0,87	
Q090201B01	0,0180 h	Camión cisterna para riego. Para una cantidad de 8000 litros	80,74	1,45	
Q060202A01	0,0540 h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 199 kW de potencia	72,23	3,90	
MT01030040	1,0500 m3	Zahorra Artificial	8,00	8,40	
MT01010001	0,2000 m3	Agua	0,58	0,12	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	16,92	1,02	
TOTAL PARTIDA					17,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 2.3 Drenaje					
414.0030	m	TUBO DE HORMIGÓN ARMADO			
		Tubo de hormigón armado sobre cama de hormigón no estructural hne-20 de 10 cm de espesor y diámetro 400			
MO00000002	0,1070 h	Capataz	14,23	1,52	
MO00000003	0,2140 h	Oficial 1ª	13,96	2,99	
MO00000006	0,4290 h	Peón especialista	13,24	5,68	
Q040006B10	0,1070 h	Excavadora hidráulica sobre rueda. De 22 t de masa	82,70	8,85	
MT10010200	1,0000 m	TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO NOMINAL 400	25,90	25,90	
MT01060010	0,0310 m3	HM-20/P/20/IIa	60,14	1,86	
Q081101A10	0,1070 h	Convertidores y grupos electrógenos de alta frecuencia para	1,36	0,15	
Q081100A01	0,1070 h	Vibradores de hormigones. De 36 mm de diámetro	0,38	0,04	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	46,99	2,82	
TOTAL PARTIDA					49,81
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS					



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 2.4 Regeneración taludes					
2.4.1	m3	Regeneración taludes			
		Tierra vegetal procedente de la obra, carga y transporte al lugar de empleo, formación de acopios, escarificado de			
MO00000002	0,0060 h	Capataz	14,23	0,09	
MO00000006	0,0090 h	Peón especialista	13,24	0,12	
Q040101A05	0,0050 h	Cargadoras sobre ruedas. De 60 kW de potencia	42,59	0,21	
Q060203A01	0,0210 h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 221 kW de potencia	78,93	1,66	
Q040404A05	0,0320 h	Tractores tipo agrícola. De 50 kW de potencia	34,10	1,09	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	3,17	0,19	

TOTAL PARTIDA 3,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 3 CIMENTACIONES					
321.0010	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA POZO			
		Excavación mecánica de zanjas, pozos o cimientos en cualquier tipo de terreno, considerándose zanjas y cimientos aquellos que tengan una anchura < 3 m y una profundidad< 6 m, y pozos los que tengan una profundidad < 2 veces el diámetro o ancho i/ entibación, agotamiento y drenaje durante la ejecución, saneo de desprendimientos,			
MO00000002	0,0019 h	Capataz	14,23	0,03	
MO00000007	0,0167 h	Peón ordinario	12,99	0,22	
Q040006B10	0,0167 h	Excavadora hidráulica sobre rueda. De 22 t de masa	82,70	1,38	
Q060204A02	0,0330 h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20	0,83	
Q020001A10	0,0167 h	Bomba sumergible. Para aguas sucias, motor eléctrico. De 2,5 kW	1,05	0,02	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	2,48	0,15	

TOTAL PARTIDA 2,63

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

D04EF161	m3	HORMIGÓN LIMPIEZA HM-20			
		Hormigón en masa hm-20 elaborado en central para relleno y nivelado de fondos de cimentación, vertido con plu-			
MO00000007	0,6000 h	Peón ordinario	12,99	7,79	
A03KB010	0,6000 h	Pluma grúa de 30m	54,80	32,88	
MT01060010	1,0000 m3	HM-20/P/20/I	60,14	60,14	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	100,81	6,05	

TOTAL PARTIDA 106,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D05VP105	u	UNIÓN FUSTE-CIMENTACIÓN			
		Montaje y colocación de virola para anclaje del aerogenerador, apriete y tensionado de las mismas mediante gato.			
MO00000003	5,0000 h	Oficial 1ª	13,96	69,80	
MO00000002	3,0000 h	Capataz	14,23	42,69	
U02OD001	5,0000 h	Autogrúa pequeña	44,00	220,00	
MO00000006	10,0000 h	Peón especialista	13,24	132,40	
SS54	1,0000 u	Virola (Pernos, anillos, tornillería)	12.958,00	12.958,00	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	13.422,89	805,37	

TOTAL PARTIDA 14.228,26

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

D36ZC505	u	TUBOS PVC D=160MM Y D=90MM			
		Conjunto de tubos de pvc de d=160mm y d=90mm, para cables de potencia y comunicación y control, montaje in-			
MO00000002	1,0000 h	Capataz	14,23	14,23	
MO00000007	1,0000 h	Peón ordinario	12,99	12,99	
U39GK010	1,0000 u	Conjunto tubos PVC D=160mm, D=90mm	384,00	384,00	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	411,22	24,67	

TOTAL PARTIDA 435,89

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D04IC157	m3	HORMIGÓN HA-35			
		Hormigón armado de 35n/mm2 de resistencia, con tamaño máximo de árido de 20mm elaborado en central para relleno de zapatas, incluido vertido con grúa-pluma, vibrado y colocacion según normas EHE. En esta partida se			
U02SA006	0,4000 h	Vibrador con motor de gasolina	2,20	0,88	
MO00000003	0,2000 h	Oficial 1ª	13,96	2,79	
U04MA924	1,0500 m3	Hormigón HA-35/B/20/ Ila y HA-35/F/20/Ila	78,70	82,64	
U06XK110	5,0000 m2	Enconfrado panel met. 5/10 m2	7,38	36,90	
A03KB010	0,2000 h	Pluma grúa de 30m	54,80	10,96	
MO00000007	0,6000 h	Peón ordinario	12,99	7,79	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	141,96	8,52	

TOTAL PARTIDA 150,48

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

D04AA201	kg	ARMADURA DE ACERO B500-S			
		Acero corrugado B500S incluido cortado, doblado , armado y colocación en obra.			
U06GG001	1,0500 kg	Acero corrugado B-500S	0,90	0,95	
U06AA001	0,0050 kg	Alambre atar 1,3mm	1,48	0,01	
MO00000005	0,0080 h	Ayudante	13,31	0,11	
MO00000003	0,0080 h	Oficial 1ª	13,96	0,11	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	1,18	0,07	

TOTAL PARTIDA 1,25

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

D04IC161	m3	HORMIGÓN HA-50			
		Hormigón armado de 50n/mm2 de resistencia, con tamaño máximo de árido de 20mm elaborado en central para			
U02SA006	0,4000 h	Vibrador con motor de gasolina	2,20	0,88	
MO00000003	0,2000 h	Oficial 1ª	13,96	2,79	
U04MA973	1,0500 m3	Hormigón HA-50/B/20/ Ila central	89,47	93,94	
U06XK110	5,0000 m2	Enconfrado panel met. 5/10 m2	7,38	36,90	
A03KB010	0,2000 h	Pluma grúa de 30m	54,80	10,96	
MO00000007	0,6000 h	Peón ordinario	12,99	7,79	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	153,26	9,20	

TOTAL PARTIDA 162,46

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

330.0020	m3	TERRAPLÉN, PEDRAPLÉN O RELLENO			
		Terraplén, pedraplén o relleno todo-uno con materiales procedentes de la excavación, i/ extendido, humectación,			
MO00000002	0,0007 h	Capataz	14,23	0,01	
MO00000006	0,0032 h	Peón especialista	13,24	0,04	
Q040401B01	0,0032 h	Tractores sobre cadenas. De 138 kW de potencia (19,8 t)	94,61	0,30	
Q040601B01	0,0032 h	Motoniveladoras. De 104 kW de potencia	80,28	0,26	
Q050202C01	0,0063 h	Compactador vibrante autopropulsado, de un cilindro, liso. De 16	50,62	0,32	
Q060204A02	0,0060 h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20	0,15	
%CI	6,0000 %	Coste Indirecto	1,08	0,06	

TOTAL PARTIDA 1,14

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPITULO 4 AEROGENERADORES						
4.1	u	AEROGENERADOR G128				
			Suministro, transporte, izado y puesta en marcha de aerogenerador tipo gamesa g128 compuesto por rotor de 128m de diámetro, torre de 81m, góndola, multiplicador, sistema de frenado, generador eléctrico, transformador			
MO00000002	100,0000	h	Capataz	14,23		1.423,00
MO00000001	100,0000	h	Encargado	15,75		1.575,00
MO00000003	200,0000	h	Oficial 1ª	13,96		2.792,00
MO00000004	300,0000	h	Oficial 2ª	13,69		4.107,00
MO00000005	400,0000	h	Ayudante	13,31		5.324,00
AER01	1,0000	u	Aerogenerador G128	5.000.000,00		5.000.000,00
AER02	1,0000	u	Transformador en seco 20/0.69kV	90.000,00		90.000,00
AER03	1,0000	u	Tramos de torre 81m para aerogenerador	29.480,00		29.480,00
AER04	1,0000	u	Brida de anclaje para aerogenerador G128	5.000,00		5.000,00
AER05	0,1500	m3	Grout 110 MPA	65,10		9,77
AER06	6,0000	h	Transporte especial	60,00		360,00
U020A006	30,0000	h	Grúa telescópica autopropulsada 100t	170,50		5.115,00
U020A007	30,0000	h	Grúa telescópica autopropulsada 200t	269,50		8.085,00
AER07	1,0000	u	Pequeño material	44.042,86		44.042,86
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	5.197.313,63		311.838,82
				TOTAL PARTIDA		5.509.152,45
Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MILLONES QUINIENTOS NUEVE MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS						
4.2	u	RED TOMA A TIERRA AEROGENERADOR				
			Red de toma de tierra de aerogenerador formada por:			
			-Un anillo interior de puesta a tierra compuesto por 20m de cable de cobre de 50mm2, unido mediante soldadura aluminotérmica a los conductores radiales. elementos de conexión con la barra de puesta a tierra del aerogenerador.			
			-Un anillo exterior de puesta a tierra de 30m de cable de cobre de 50mm2, enterrado a 50cm de profundidad y distanciado 1m del contorno exterior de la torre.			
			-Elemento perimetral situado a 1m de distancia del contorno de la cimentación compuesto de cobre de 50mm2.			
			-Elementos de conexión del anillo de cobre con el mallazo de la cimentación del aerogenerador, mediante un mínimo de dos cables de cobre de 50mm2.			
			-2 electrodos profundos de 200m distanciados radialmente de la cimentación 250m y unidos al anillo de tierra mediante soldadura aluminotérmica. adicionalmente se instalarán el número de electrodos necesarios hasta conseguir			
MO00000003	10,0000	h	Oficial 1ª	13,96		139,60
MO00000005	10,0000	h	Ayudante	13,31		133,10
ELE01	620,0000	m	Conductor cobre 50mm2	1,90		1.178,00
ELE02	400,0000	m	Electrodos profundos	13,24		5.296,00
AER08	1,0000	u	Pequeños materiales	0,77		0,77
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	6.747,47		404,85
				TOTAL PARTIDA		7.152,32
Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS						
4.3	u	SISTEMA DE BALIZAMIENTO AUTOMÁTICO				
			Sistema de balizamiento aeronáutico, compuesto por baliza dual de intensidad media tipo A (intensidad máx. 20.000cd)/ intensidad media tipo B (int. máx 2.000cd) instalado en góndola y 6 balizas de baja intensidad tipo B (in-			
MO00000003	8,0000	h	Oficial 1ª	13,96		111,68
MO00000004	8,0000	h	Oficial 2ª	13,69		109,52
AER09	1,0000	u	Baliza L450-63A 63B	6.357,00		6.357,00
AER10	1,0000	u	Juntion Box	207,00		207,00
AER11	1,0000	u	Unidad UPS batería + cargador	2.850,00		2.850,00
AER12	1,0000	u	Cable	245,00		245,00
AER13	1,0000	u	Soporte	360,00		360,00
AER14	6,0000	u	Baliza LI32-230-PCFL	464,00		2.784,00
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	13.024,20		781,45
				TOTAL PARTIDA		13.805,65

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA						
300.0010 m2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO						
Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos i/ destoconado, arranque, carga y transporte a vertedero o						
MO00000002	0,0004	h	Capataz	14,23		0,01
MO00000007	0,0008	h	Peón ordinario	12,99		0,01
Q040007A10	0,0020	h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas. De 11 t de masa	65,92		0,13
Q040401B01	0,0008	h	Tractores sobre cadenas. De 138 kW de potencia (19,8 t)	94,61		0,08
Q060203A01	0,0040	h	Camión. Con caja basculante 4x4. De 221 kW de potencia	78,93		0,32
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	0,55		0,03
TOTAL PARTIDA.....						0,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS						
ZAN01 m3 EXCAVACIÓN ZANJA 1 CIRCUITO						
Excavación zanja 0.60m de ancho y 1.10m de profundidad.						
MO00000006	0,0700	h	Peón especialista	13,24		0,93
Q040007A01	0,1600	h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas de 12t de masa	56,72		9,08
Q060204A02	0,0600	h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20		1,51
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	11,52		0,69
TOTAL PARTIDA.....						12,21
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS						
ZAN02 m3 EXCAVACIÓN ARQUETAS						
Excavación de arquetas de 0.85x0.85x0.85m en tierra, incluso agotamiento y transporte del material sobrante a						
MO00000006	0,0700	h	Peón especialista	13,24		0,93
Q040007A01	0,1600	h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas de 12t de masa	56,72		9,08
Q060204A02	0,0600	h	Camión dumper 17tm 10m3 tracción total	25,20		1,51
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	11,52		0,69
TOTAL PARTIDA.....						12,21
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS						
ZAN03 m ZANJA 1 CIRCUITO						
Colocación de canalización entubada para conductores eléctricos (estos no incluidos), constituida por 1 tubo de PVC de 90mm colocado conforme a los planos, así como relleno de material fino sin aristas en el fondo de la zanja						
P21491	1,0000	m	Tubo PVC D 90mm	1,78		1,78
E0218	0,1200	m3	Relleno arido fino sin aristas	5,30		0,64
E0930	0,5750		Señalización eléctrica	0,20		0,12
MO00000003	0,4750	h	Oficial 1ª	13,96		6,63
Q040007A01	0,1600	h	Retroexcavadora hidráulica sobre ruedas de 12t de masa	56,72		9,08
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	18,25		1,10
TOTAL PARTIDA.....						19,35
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS						
ZAN04 u ARQUETA DE PASO 0.85X0.85X0.85						
MO00000003	0,0200	h	Oficial 1ª	13,96		0,28
MO00000006	0,0700	h	Peón especialista	13,24		0,93
MT01060010	0,2250	m3	HM-20/P/20/II/a	60,14		13,53
U06GG001	1,3000	kg	Acero corrugado B-500S	0,90		1,17
%CI	6,0000	%	Coste Indirecto	15,91		0,95
TOTAL PARTIDA.....						16,86
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS						



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD					
6.1	u	Seguridad y Salud			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			31.047,46
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN MIL CUARENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS					
7.1	u	Gestión de residuos			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			43.107,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES MIL CIENTO SIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS					



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 13: PLAN DE OBRA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CRITERIOS GENERALES	1
3. DIAGRAMA DE GANTT	1
<u>APÉNDICE 1: PLAN DE OBRA</u>	2



1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es dar cumplimiento a lo exigido en el artículo 123 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, vigente en la actualidad, en el que se especifica que en los proyectos cuyo presupuesto sea superior a 350 000 Euros, como es el caso de este proyecto, se deberá incluir un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión, en su caso, de tiempo y coste.

También establece que en el programa de las obras se indicarán los plazos de ejecución de las principales unidades de obra consideradas en el proyecto. Este plan será de carácter indicativo y no vinculante para el contratista.

El proceso constructivo de la obra se ha estudiado con las líneas generales que se reseñan a continuación, si bien el Contratista podrá proponer en su Plan de trabajos las modificaciones que estime convenientes, siempre que no afecten a la calidad de la ejecución, la seguridad o al medio ambiente para su aprobación por el Director.

2. CRITERIOS GENERALES

Para confeccionar este programa se parte en primer lugar del dimensionado de las distintas unidades de obra a ejecutar contenido en el apartado *Mediciones* del Documento nº 4 Presupuesto.

Teniendo en cuenta las horas de utilización anuales de las máquinas que se deducen de la publicación se obtiene para cada equipo un determinado número de días de uso al mes y, a partir de ello, se determina el número de equipos necesarios de cada tipo para la ejecución de cada unidad de obra, y en base a estos datos se confecciona el diagrama de Gantt para el periodo de duración de las obras.

Dada la relación existente entre las diversas actividades, será obligado que algunas de ellas deban realizarse antes que otras o que haya que esperar un período de tiempo entre la finalización de una y el comienzo de la siguiente. Un ejemplo de esto es el hecho de que el suministro de los aerogeneradores no podrá tener lugar si el vial no está terminado.

3. DIAGRAMA DE GANTT

Teniendo en cuenta que la duración estimada del proyecto será de 12 meses, se presenta a continuación una distribución temporal de la obra, mediante un diagrama de Gantt con las principales actividades y su correspondiente partida presupuestaria. Suponemos un gasto constante en relación con el tiempo que dure la actividad salvo en dos casos:

- La partida de Seguridad y Salud se abonará el primer mes.

- El importe mensual del suministro y montaje de los aerogeneradores seguirá la siguiente relación mensual sobre el total de la partida: El primer mes se abona el suministro de los mismos y los 3 meses restantes donde se montará e instalará, se abonará el resto en partes iguales. Esta decisión tiene una motivación de simplificar el plan, si bien no afecta a la clasificación del contratista debido a las cantidades con las que estamos trabajando.



PLAN DE OBRA		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	P.E.M. €	%P.E.M.
Operaciones previas	Desbroce y despeje	22.814,18	22.814,18											45.628,36	0,38
	Excavación tierra vegetal	10.030,47	10.030,47	5.015,23										25.076,17	0,21
Viales y plataformas	Movimiento de tierras		21.381,01	21.381,01	21.381,01	21.381,01	21.381,01	21.381,01	21.381,01					149.667,10	1,24
	Firmes: capa zahorra				67.175,22	67.175,22	67.175,22	67.175,22	67.175,22					335.876,09	2,79
	Drenaje						5.528,91							5.528,91	0,05
	Regeneración taludes					18.456,35	18.456,35	18.456,35	9.228,17					64.597,21	0,54
Infraestructura eléctrica	Zanjas y arquetas									15.884,88	15.884,88	15.884,88	15.884,88	63.539,52	0,53
Aerogeneradores	Cimentación							76.157,46	76.157,46	76.157,46				228.472,39	1,90
	Suministro y montaje									11.018.304,90	13.971,98	13.971,98	13.971,98	11.060.220,84	91,77
Seguridad y Salud		31.047,46												31.047,46	0,26
Gestión de Residuos		3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	3.592,33	43.107,97	0,36
P.E.M. mensual €		67.484,44	57.817,99	29.988,58	92.148,56	110.604,91	116.133,82	186.762,37	177.534,20	11.113.939,57	33.449,19	33.449,19	33.449,19		
P.E.M. mensual %		0,56	0,48	0,25	0,76	0,92	0,96	1,55	1,47	92,21	0,28	0,28	0,28		
P.E.M. acumulado €		67.484,44	125.302,43	155.291,01	247.439,57	358.044,48	474.178,30	660.940,67	838.474,87	11.952.414,45	11.985.863,64	12.019.312,83	12.052.762,02		
P.E.M. acumulado %		0,56	1,04	1,29	2,05	2,97	3,93	5,48	6,96	99,17	99,44	99,72	100,00		



ANEJO 14: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	1
2.1 SUMINISTRO Y MONTAJE DE LOS AEROGENERADORES...	1



1. INTRODUCCIÓN

En virtud del artículo 65 del texto del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, publicado en el BOE de 16/11/2011, para contratar con las Administraciones Públicas la ejecución de contratos de obras cuyo valor estimado sea igual o superior a 350.000 euros, o de contratos de servicios cuyo valor estimado sea igual o superior a 120.000 euros, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado.

En el caso de que una parte de la prestación objeto del contrato tenga que ser realizada por empresas especializadas que cuenten con una determinada habilitación o autorización profesional, la clasificación en el grupo correspondiente a esa especialización, en caso de ser exigida, podrá suplirse por el compromiso del empresario de subcontratar la ejecución de esta porción con otros empresarios que dispongan de la habilitación y, en su caso, clasificación necesarias, siempre que el importe de la parte que debe ser ejecutada por éstos no exceda del 50 por 100 del precio del contrato.

En base a todo lo anterior, en el presente anejo se determinará la clasificación a exigir a la empresa adjudicataria de este proyecto.

Esta clasificación tiene sólo carácter indicativo, dado que la definitiva será la que se defina en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

2. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según la citada Orden Ministerial, al contratista sólo se le exigirá clasificación en aquellas partes de la obra cuyo presupuesto suponga más de un veinte por ciento (20%) del presupuesto de ejecución material (excluido el presupuesto de Seguridad y Salud).

La única parte de la obra que supera este porcentaje son los *aerogeneradores* con el 91.77%.

El grupo y subgrupo se calculan conforme al artículo 25 del "Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas".

La categoría se calcula empleando la anualidad media a partir del Presupuesto Base de Licitación (PBL) correspondiente a cada capítulo que requiera clasificación del contratista.

2.1. SUMINISTRO Y MONTAJE DE AEROGENERADORES

El presupuesto base de licitación correspondiente a este capítulo de la obra asciende a 11.060.220,84 €. Como la duración de la obra es de 12 meses, este valor permanecerá inalterado.

La clasificación del contratista necesaria es I-2-e.

- Grupo I: Instalaciones eléctricas
 - Subgrupo 2: Centrales de producción de energía.
 - Categoría e(*): Cuando la anualidad media exceda de 840.000 euros y no sobrepase los 2.400.000 euros.
 - (*)La categoría correspondiente según la mensualidad, ya que ésta es mayor a los 2.400.000 euros, sería la categoría f, pero al pertenecer la obra al Grupo I, esta categoría no es de aplicación, pasando directamente a la e.



Proyecto Fin de Grado: Parque eólico en Pantín

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Emilio Ángel Serantes Carro

ANEJO 15: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



Zona de la unión del vial del parque con la carretera AC-566



Imágen del estrato rocoso



Detalle de la compacidad del suelo residual.



Detalle de las sendas existentes



Emplazamiento 1



Emplazamiento 2



Emplazamiento subestación